DIE NATURWISSENSCHAFTEN

19. Jahrgang | 6. März 1931 | Heft 10

Beziehungen zwischen Spektroskopie und Chemie[1].

Von J. Franck, Göttingen.

Bevor ich meinen Vortrag beginne, möchte ich meinen allerherzlichsten Dank sagen für die große Ehrung, die Sie mir durch die Aufforderung erwiesen haben, in diesem Jahre die Wills Memorial Lecture vor Ihnen abzuhalten. Als Thema hatte ich mir erlaubt vorzuschlagen: „Beziehungen zwischen Spektroskopie und Chemie", aber naturgemäß ist dieses Gebiet viel zu groß, als daß ich daran denken könnte, im Laufe einer kurzen Stunde eine Übersicht über das Gesamtgebiet zu geben. Ich möchte mich deshalb darauf beschränken, nur auf ein Teilgebiet einzugehen, das mit den Arbeiten, die in meinem Institut in den letzten Jahren ausgeführt sind, in einem engeren Zusammenhang steht.

Zuerst wollen wir über die Bestimmungen von Dissoziationsarbeiten aus Molekülspektren sprechen und über die Gewinnung experimenteller Kriterien zur Einordnung von Molekülen in bestimmte Klassen der chemischen Bindung.

Den einfachsten Fall der Bestimmung einer thermochemischen Größe aus Bandenspektren bietet diejenige der Dissoziationsarbeit eines zweiatomigen Moleküls aus der Lage der Bandenkonvergenz. Ich hatte gerade hier in England bei einer Sitzung der Faraday Society in Oxford vor vier Jahren Gelegenheit, über das erste der Beispiele, das näher untersucht wurde, zu berichten. Das spektroskopische Bild war folgendes: Im Absorptionsspektrum zweiatomigen Jods, das bei Zimmertemperatur gewonnen wird, tritt ein Bandenzug auf, dessen Kanten beim Fortschreiten zu kürzeren Wellenlängen näher und näher zusammenrücken, bis sich eine Konvergenzstelle ausbildet, an die sich ein kontinuierliches Absorptionsspektrum anschließt. Es war naheliegend anzunehmen, daß die Deutung der Bandenkonvergenzstelle ähnlich sein müsse wie die einer Serienkonvergenzstelle im Atomspektrum. Wie dort eine Dissoziation des Atoms bei Bestrahlung mit Licht der Konvergenzstelle in ein Ion und ein Elektron erfolgt, so muß bei einer Konvergenz der Kantenfolge eine Dissoziation in diejenigen Partikel erfolgen, deren Schwingung gegeneinander die Kantenserie ergibt, d. h. in unserem Beispiel eine Dissoziation des Jodmoleküls in zwei Atome. Das Kontinuum, das sich an die Konvergenzstelle anschließt, zeigt an, daß die Dissoziationsprodukte sich mit einer kontinuierlichen Folge von Werten der kinetischen Relativenergie voneinander trennen können. Den Elektronenzustand der Dissoziationsprodukte und die Übergangsverhältnisse bei Lichtabsorption kann man sich am besten an Energiediagrammen klarmachen. In der linken Hälfte der Fig. 1 sind die Werte der Oszillationsterme aufgetragen, die zum Grundzustand des Elektronensystems eines Halogenmoleküls gehören, sowie diejenigen des ersten Elektronen-Anregungszustandes. Bei Absorptionsversuchen niederer Temperatur ist der Anfangszustand der nichtschwingende Elektronenzustand des Grundzustandes. Beobachtet man eine Bandenkonvergenz, so bedeutet das, daß mit dem Elektronenübergang in den angeregten Zustand so viel Schwingungsenergie übertragen wird, daß man bis an die Stelle G', wo das angeregte Molekül dissoziiert, gelangt. Man sieht, daß man durch Absorptionsversuche die Kantenfolge des angeregten Moleküls und somit aus dem Werte $h\nu_e$ der Bandenkonvergenz die Energiesumme bestimmt,

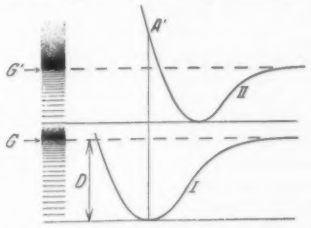


Fig. 1. Oszillationsterme und Potentialverlauf eines Halogenmoleküls.

die der Anregung des Moleküls und der Dissoziation des angeregten Moleküls entspricht. Regt man durch Einstrahlung monochromatischen Lichts oder durch Zusammenstöße mit einem angeregten Atom genau bestimmten Energiegehaltes einen einzigen Oszillationsterm des angeregten Moleküls an, so kann man in analoger Weise aus dem Spektrum des ausgelösten Fluoreszenzlichtes die Übergänge in das Oszillationssystem des Grundzustandes und somit bei Verfolgung desselben bis zur Konvergenzstelle G die Dissoziationsarbeit des Grundzustandes feststellen. Es zeigt sich, daß bei der überwiegenden Zahl nicht polar gebundener Elementmoleküle, wie Halogene, Sauerstoff, Wasserstoff u. a., bei Steigerung der Schwingungsenergie bis zur Konvergenzstelle des Grundzustandes das Molekül in zwei normale Atome zerfällt, was mit der modernen Theorie der homöopolaren Bindung im Einklang ist, während angeregte zweiatomige Moleküle bei Steigerung ihrer Schwingungsenergie in der Grenze in ein normales und ein angeregtes Atom zerfallen. Kennt man die Energiebeträge, die zur Anregung der Atome benötigt werden, aus dem Atom-

[1] Übersetzung der Wills Memorial Lecture, gehalten zu Bristol, den 25. Oktober 1930.

spektrum, so ergibt sich hiernach für die in Absorption beobachtete Konvergenzstelle die Beziehung:

$$h\nu - A = D$$

(hierin bedeutet A die Anregungsenergie des Atoms und D die Dissoziationsarbeit)

Die Beobachtung der Bandenkonvergenzstelle des Grundzustandes aus Emissionsspektren ergibt die Dissoziationsarbeit des Grundzustandes nach der Gleichung

$$h\nu_a - h\nu_e = D$$

(hierin bedeutet ν_a die Frequenz der anregenden Absorptionslinie und $h\nu_e$ die beobachtete Konvergenzfrequenz)

Für eine Zahl von Molekülen ist in den letzten Jahren auf diese Art die Dissoziationsarbeit mit sehr großer Genauigkeit bestimmt worden. Voraussetzung für ihre Anwendung ist, daß die Konvergenzstelle in Emission oder Absorption beobachtet wird. Das trifft jedoch durchaus nicht für alle Molekülsorten zu. Oft beobachtet man nur Elektronenübergänge, mit denen eine sehr kleine Änderung der Schwingungsenergie des Systems verbunden ist, z. B. nur die Übergänge 0—0, 0—1, 0—2. In anderen Fällen beobachtet man Übergänge, mit denen immer eine so wesentliche Verstärkung der Schwingungsenergie gekoppelt ist, daß z. B. in Absorption nur Übergänge ins Kontinuum auftreten, so daß immer Dissoziation bei dem Elementarakt der Lichtabsorption eintritt; in diesem Falle fehlt also das diskontinuierliche Bandenspektrum vollkommen. Dies verschiedenartige Verhalten kann man sich am bequemsten klarmachen, wenn man die Kurven der potentiellen Energie der Kerne aufeinander als Funktionen ihres Abstandes aufträgt, wie das in der rechten Hälfte der Fig. 1 geschehen ist. Ich darf als bekannt voraussetzen, daß die Kernabstände der Ruhelagen aus der Rotationsstruktur jeder Einzelbande gewonnen werden, da ja die Rotationsquanten mit dem Trägheitsmoment des Moleküls in einfacher Weise zusammenhängen. Für das Jod ergeben sich zwei Potentialkurven, deren relative Lage zueinander aus der Fig. 1 ersichtlich ist. Man kann aus ihr leicht ablesen, welches Gebiet des Oszillationssystems des angeregten Zustandes man bei Absorptionsübergängen aus dem Grundzustand zu erwarten hat. Man braucht sich dazu nur in Erinnerung zu rufen, daß man das Verhalten eines Moleküls mit einer gewissen Annäherung durch ein mechanisches System beschreiben kann, das aus den schweren Massen der Kerne und den sehr leichten Elektronen aufgebaut ist. Das Licht greift am Elektronensystem an und der Übergang in den angeregten Zustand der leichten Elektronen erfolgt so schnell, daß die Kerne ihre Lage zueinander und ihre Geschwindigkeit während der Übergangszeit praktisch nicht ändern können. Ist in unserem Falle der Anfangszustand der nichtschwingende Grundzustand des Jodmoleküls, so führt ein Elektronenübergang, der die relative Lage und ihre Geschwindigkeit nicht verändern soll, zu dem Punkt der Potentialkurve des angeregten Moleküls, der senkrecht über dem Minimum des Grundzustandes liegt. Die Kerne erhalten somit nur potentielle Energie, die sich nach dem Absorptionsakt periodisch in kinetische Energie umsetzt. Beim Jod liegt der erreichte Punkt etwas höher als die horizontale Asymptote, somit im Kontinuum. Das Maximum der Absorption wird also eben jenseits der Konvergenzstelle liegen. Die analogen Kurven für Brom ergeben Übergänge, die sehr viel weiter im Kontinuum liegen, somit ist vom diskreten Bandenspektrum nur wenig zu sehen und beim Chlor ist die obere Kurve gegenüber der unteren so weit mit ihrem Minimum zu größeren Radien verschoben, daß man fast nur das Kontinuum erreicht. Diese Tatsache macht es verständlich, daß man beim Jod sehr leicht Molekülfluoreszenz erzeugen kann, beim Brom schwer, beim Chlor gar nicht.

Die Verschiebung des Minimums nach größeren Radien bei Anregung durch Licht entspricht im allgemeinen der Lockerung der Bindung durch den Elektronenübergang, während eine Verschiebung des Minimums zu kleineren Radien, die auch oft beobachtet wird, meist einer Verfestigung der Bindung durch Anregung entspricht (Fig. 2). Man

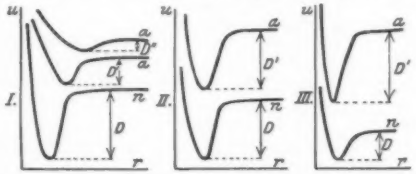


Fig. 2. Potentialverlauf für Normalzustand und Anregungszustand, I. bei Lockerung der Bindung, II. bei gleichbleibender Bindung, III. bei Verfestigung der Bindung durch Elektronenanregung.

sieht im nächsten Bild die Lage der Potentialkurven für solche verschiedenen Fälle und immer sind die daraus resultierenden Lagen der Übergangsgebiete in Übereinstimmung mit der Erfahrung aus dem Schnittpunkt des Lotes von der Ruhelage des Anfangszustandes auf den Endzustand zu erhalten. Man kann kurz zusammenfassend sagen: Immer dann, wenn sich die Bindung durch Anregung stark ändert, wird viel Schwingungsenergie gekoppelt mit dem Elektronensprung übertragen; verändert die Stärke der Bindung sich wenig oder gar nicht, wie im mittleren Teil der Figur, so sind nur die 0—0 Bande und die nächsten anschließenden Banden zu sehen. Die aus dem Modell gezogenen Folgerungen sind natürlich nur qualitativ richtig. Will man die Verhältnisse quantitativ wiedergeben, so muß man die von CONDON zuerst eingeführte quantenmechanische Fassung dieses Bildes wählen. Nach der Quantenmechanik gibt es z. B. nicht den nichtschwingenden Zustand eines Moleküls, also nicht die punktförmige Festlegung

des Kernabstandes im nichtschwingenden Molekülzustand. Es besteht die sogenannte Nullpunktsschwingung. Der Kernabstand wird durch eine Wahrscheinlichkeitskurve wiedergegeben. Die größte Wahrscheinlichkeit hat beim Zustand der Nullpunktsenergie die Lage des Minimums. Nach rechts und links fällt in diesem Zustand die Wahrscheinlichkeit dafür, die Kerne in dem betreffenden Abstand zu finden, in einer e-Funktion ab. Wir bekommen deshalb nicht Übergänge nur von einem gegebenen Punkt zu einem gegebenen Punkt der Potentialkurve, sondern breitere Gebiete, mit dem Maximum an der Stelle, an der nach den Gesetzen der gewöhnlichen Mechanik allein ein Übergang stattfinden sollte. Gehen wir vom schwingenden Molekül aus, also machen wir z. B. Absorptionsversuche bei höheren Temperaturen, so läßt das mechanische Modell die hauptsächlichsten Übergänge an den scharf definierten Umkehrpunkten der Schwingung erwarten. Die Quantenmechanik setzt an die Stelle wiederum keine scharfen Umkehrpunkte und daher wiederum breitere Gebiete der Übergangswahrscheinlichkeit. Es zeigt sich, daß man auf diese Weise in allen bisher beobachteten Fällen die Lage der Übergangsgebiete in Bandenspektren genau deuten kann.

Gehen wir zu dem vorher benutzten Beispiel der Halogene zurück, so sehen wir, daß durch die verschiedene Lage der Übergangsgebiete die Beobachtung der Bandenkonvergenzstelle nicht immer mit gleicher Bequemlichkeit möglich ist. Beim Jod tritt sie sehr stark in Absorption auf, aber auch beim Brom und bei Chlor ist, wenn man nur die Drucke hoch genug wählt bzw. bei höheren Temperaturen arbeitet, die Festlegung der Konvergenzstelle und somit die Bestimmung der Dissoziationsarbeit möglich. Ich zeige im nächsten Bild (Fig. 3) das Aussehen

Fig. 3. Banden-Konvergenzstelle des Chlors.

einer Bandenkonvergenzstelle im Chlor nach Messungen von KUHN. Bei anderen Fällen, wie z. B. beim Stickstoff, ist es unmöglich, Bandenkonvergenzstellen in Absorption oder Emission zu beobachten, da hier die Stärke der Bindung, d. h. die Lage der Potentialkurven zueinander, sich nur wenig bei Anregung verändert. BIRGE und SPONER haben angegeben, wie man sich in solchen Fällen helfen kann, um zum mindesten annähernd die Lage der Bandenkonvergenz und somit aus ihr die Dissoziationsarbeit zu bestimmen. Man muß dazu aus den beobachteten Schwingungsquanten, die zum angeregten oder Grundzustand gehören, die Gesetzmäßigkeit der Abnahme der Schwingungsquanten mit wachsender Laufzahl bestimmen und hieraus die Lage der Konvergenzstelle extrapolieren. Erleichtert wird dies Verfahren bei den meisten homöopolaren Verbindungen dadurch, daß sich gezeigt hat, daß die Schwingungsquanten in erster Näherung linear mit der Laufzahl abnehmen. Für Ionenverbindungen gilt diese Gesetzmäßigkeit, wie auch theoretisch leicht einzusehen ist, nicht. Auch aus der Lage der Kontinua, die ohne diskrete Banden auftreten, wenn durch die Anregung die Stärke der Bindung sich wesentlich lockert, kann man mit einer gewissen Annäherung die Größe der Dissoziationsarbeit abschätzen, zum mindesten, wenn man das Gas nicht zu hoch erhitzt. Man weiß dann, daß die langwelligen Grenzen des Kontinuums noch jenseits der Grenze der Konvergenz liegen, so daß man einen oberen Grenzwert für die Dissoziationsarbeit feststellen kann. Statt der Festlegung der langwelligen Grenze des Absorptionsspektrums ist es in den Fällen, in denen das Molekül in ein angeregtes und normales Atom zerfällt, auch möglich, die beim Übergang des angeregten Atoms in den Grundzustand auftretende Atomfluoreszenz zu beobachten. Die längste Wellenlänge des eingestrahlten Lichtes, die bei Bestrahlung der Moleküle die Atomfluoreszenz auslöst, ist dann identisch mit der langwelligen Grenze des betreffenden Absorptionsgebietes und ergibt somit wie oben einen oberen Grenzwert für die Dissoziationsarbeit. Diese Methode ist von TERENIN gefunden und ausgebaut worden.

Wir wollen jetzt mit einigen Worten auf die Möglichkeiten eingehen, durch die genannten Methoden über die Art der chemischen Bindung der Moleküle etwas zu erfahren. Die bisher besprochenen homöopolaren Molekülsorten verhalten sich so, daß die Verfolgung des Schwingungsquantensystems des Grundzustandes bis zur Konvergenz einen Zerfall in normale Atome ergab, während die Verfolgung des Schwingungsquantenzustandes irgendwelcher Anregungsstufen der Moleküle bis zur Konvergenz einen Zerfall in normale und angeregte Atome anzeigte. Im Gegensatz hierzu ist bei einem Ionenmolekül der Grundzustand des Elektronensystems ein solcher, der bei Verfolgung seiner Oszillationsterme bis zur Konvergenz einen Zerfall in Ionen ergibt. Hier ist also der Elektronenzustand, dessen Schwingungssystem in der Grenze zu normalen Atomen führt, nicht mehr der stabilste und ist somit ein Anregungszustand des Ionenmoleküls. Die Verhältnisse werden wieder am klarsten, wenn wir Potentialkurven von typischen Ionenverbindungen, nämlich den Dämpfen der Alkalihalogenide, betrachten (Fig. 4). Ich habe dabei zu betonen, daß der Verlauf der Potentialkurven der angeregten Zustände hier nur angenähert bekannt ist. Das erste, was auffällt, ist, daß die Potentialkurve des ersten Anregungszustandes die des Grundzustandes schneidet. Das bedeutet, daß die Dissoziationsarbeit in Ionen bei allen Alkalihalogeniden größer ist als die Dissoziationsarbeit in Atome. Es ist

möglich, die Abstände der geradlinigen Asymptoten der Potentialkurven voneinander genau festzulegen. Sie sind experimentell und theoretisch gleich den Energiebeträgen, die zur Anregung der Dissoziationsprodukte (d. h. der Alkaliatome bzw. Halogenatome) verbraucht werden. Ferner ist es möglich zu zeigen, daß alle Potentialkurven der angeregten Zustände angenähert parallel laufen und nur sehr schwache Potentialminima besitzen. Das folgt aus der Struktur und Lage der Absorptionsspektra der Alkalihalogenide. Untersuchen wir sie bei nicht allzu hoher Temperatur, bei der die meisten Moleküle in nichtschwingendem Zustand sind, so beobachtet man Kontinua, deren langwelligstes dem Übergang in die erste Anregungsstufe, die in der Grenze zu normalen Atomen führt, entspricht, während die kurzwelligeren Absorptionsgebiete Dissoziationen in angeregte Zustände anzeigen. Da die Maxima der Kontinua innerhalb kleiner Fehlergrenzen Abstände voneinander haben, die Anregungsstufen der Dissoziationsprodukte entsprechen, so ist es möglich, jedem der beobachteten

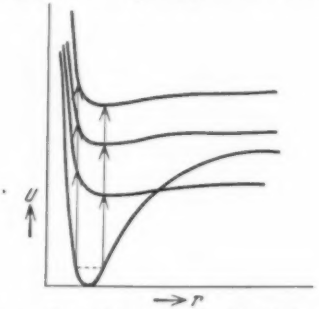


Fig. 4. Potentialverlauf der Alkalihalogenide.

Kontinua einen bestimmten Dissoziationsakt zuzuordnen. Es zeigt sich dabei, daß außer der Dissoziation in normale Atome eine Dissoziation auftritt, bei der das Alkaliatom im Grundzustand und das Halogen im oberen der beiden Terme seiner Dublettaufspaltung sich befindet. Ferner treten solche Dissoziationen auf, bei denen sich die Halogenatome im Grundzustande und die Alkaliatome in jeweils einer der höheren Anregungsstufen befinden. Alle Anregungsstufen der Alkalien sind aus den entsprechenden Absorptionsmaximis nachzuweisen. Die hohen Anregungsstufen ergeben naturgemäß ein nicht mehr trennbares, breites Absorptionsgebiet. Daß die Zuordnung richtig ist, ergibt sich daraus, daß durch Bestrahlung mit Licht der verschiedenen Kontinua in einigen Fällen die betreffende Atomfluoreszenz beobachtet worden ist. Aus der Tatsache, daß die Maxima der Kontinua mit großer Annäherung den Abstand voneinander haben, der den Anregungsstufen der Atome entspricht, folgt, daß die Potentialkurven alle nahezu parallel laufen. Ferner folgt, daß die Anregungszustände sehr locker gebunden sind, da die Absorptionsgebiete im wesentlichen im Kontinuum verlaufen. Da Molekülfluoreszenz aus diesem Grunde nicht zu beobachten ist, fällt die Möglichkeit, die Potentialkurve des Grundzustandes aus Molekülfluoreszenzbeobachtungen zu entnehmen, fort.

Obwohl also bei den Alkalihalogenidmolekülen keine diskreten Bandenspektren beobachtet sind, ist es doch möglich, gewisse Aussagen über den Grundzustand des Moleküls zu machen. Es treten nämlich hier diffuse Banden auf, die einen besonderen Typus von Spektren darstellen. Ihr Zustandekommen erklärt sich nach einer von KUHN gegebenen Abänderung der Deutung von SOMMERMEYER folgendermaßen: Die Potentialkurven der angeregten Molekülzustände mögen mit geringer Neigung gegen die Horizontale verlaufen, etwa wie in Fig. 4 dargestellt. Für einen bestimmten Schwingungszustand des Grundterms wird der Betrag des wahrscheinlichsten Überganges durch den senkrechten Abstand des kernfernen Umkehrpunktes von der Potentialkurve des angeregten Zustandes gegeben. Er ist in Fig. 4 durch den rechten Pfeil gekennzeichnet. Wesentlich ist nun, daß wegen des flachen Verlaufes der oberen Kurve einer bestimmten Unschärfe der Ortskoordinate r nur eine geringe Unschärfe der Frequenz (d. h. der Länge des Pfeiles) entspricht. Im Gegensatz zu dem kernnahen Umkehrpunkt entsteht also ein sehr schmales Absorptionsmaximum, und die auf diese Weise von den verschiedenen Schwingungszuständen erzeugten Maxima sind getrennt als Intensitätsfluktuationen wahrnehmbar. Vernachlässigt man die Neigung der oberen Potentialkurve vollständig, so geben die Abstände der Fluktuationen die Schwingungsquanten des Grundzustandes. Soweit es bei dieser Vernachlässigung zu erwarten ist, stimmen die von SOMMERMEYER nach dieser Methode bei einer Anzahl von Alkalihalogeniden gemessenen Grundschwingungsquanten mit den von BORN und HEISENBERG berechneten Werten überein[1]. Es ist bei diesem Bandentypus nicht wesentlich, ob die Übergänge in das diskrete Termgebiet des oberen Zustandes erfolgen (wie in der Fig. gezeichnet) oder in das Gebiet oberhalb der Dissoziationswärme in Atome. Im ersten Fall erhalten wir Intensitätsfluktuationen, die eine Feinstruktur haben, im letzteren Falle Fluktuationen in einem echten Kontinuum. Wahrscheinlich liegt sogar gerade bei den Alkalihalogeniden der letztere Fall vor.

Der Verlauf der Schwingungsquanten ist nicht genau genug bekannt, um durch Extrapolation einer Konvergenz die Energie der Dissoziation in Ionen abzuschätzen. Wohl aber kann man ziemlich gut die Dissoziationsarbeit in Atome abschätzen, indem man die Frequenz des Übergangs vom nicht schwingenden Grundzustand zur ersten Anregungsstufe

[1] Inzwischen hat H. I. VAN LEEUWEN [Z. Physik **66**, 241 (1930)] diese Grundschwingungsquanten quantenmechanisch berechnet. Auch danach ist die Übereinstimmung mit den experimentellen Werten befriedigend.

mißt. Nach neueren Resultaten von KUHN ist der so von SOMMERMEYER erhaltene Wert unsicher, da die beobachteten Übergänge schon vom schwingenden Molekül ausgingen; ferner entsteht ein Fehler dadurch, daß die obere Kurve nicht parallel zur Abszissenachse verläuft. Ich gehe auf diesen Punkt etwas später ein. Die Dissoziationsarbeit im Ionen wiederum läßt sich aus der Dissoziationsarbeit in Atome, der Ionisierungsspannung der Alkaliatome (die ja genau bekannt ist) und der Elektronenaffinität des Halogenatoms berechnen. In bezug auf die letztere Größe ist man heutzutage nicht mehr allein auf die schönen Resultate der BORNschen Gittertheorie angewiesen, sondern Herr MAYER hat neuerdings in meinem Institut direkt den thermischen Dissoziationsgrad eines Alkalihalogenides für den Zerfall in Ionen als Funktion der Temperatur festgestellt und somit die Elektronenaffinität nach thermochemischen Methoden direkt gemessen. Der für Jod erhaltene Wert stimmt sehr gut mit dem aus der BORNschen Theorie erhaltenen überein.

Bei den Ionenmolekülen entspricht also die erste, durch Licht zu erzielende Dissoziationsstufe dem Zerfall in normale Atome. Wenn dagegen die erste zu erzielende Dissoziationsstufe einen Zerfall in ein normales und ein angeregtes Atom ergibt, so ist das ein starkes Argument dafür, daß man kein Ionenmolekül vor sich hat. Die Silberhalogenide in Gasform und auch die Halogen-Wasserstoffsäuren sind nach diesen Kriterien keine Ionenmoleküle, sondern Atommoleküle. Die Tatsache, daß ein Molekül ein Dipolmoment besitzt, genügt nicht, um es in die Klasse der Ionenmoleküle einzureihen. Naturgemäß wird man außer diesen negativen Kriterien in jedem Fall auch positive Kriterien suchen, ehe man sich endgültig für die Klassifizierung eines Moleküls entscheidet. Als solches dient die Untersuchung des Oszillationssystems des Grundzustandes. Bei den Silberhalogeniden, bei denen eine Molekülfluoreszenz auftritt, ergibt sich dabei in Übereinstimmung mit den anderen genannten Kriterien, daß die extrapolierte Konvergenzgrenze dem Zerfall in Atome entspricht, so daß ein Atommolekül vorliegt. Von theoretischer Seite ist eine Zeitlang eingewandt worden, daß bei Überschneidung von Potentialkurven, wie sie bei den Alkalihalogeniden vorliegt, eine Zweideutigkeit entstehen könne. Zieht man z. B. beim Natriumjodid die Kerne adiabatisch in bezug auf das Elektronensystem auseinander, so verliert in der Umgebung des Schnittpunktes der Begriff der Adiabasie seinen Sinn. Die Partikel können vom Schnittpunkt an entweder weiter der Ionenkurve folgen oder adiabatisch auf die Atomkurve übergehen. Neuerdings wird diese Behauptung der Theorie wieder bestritten. Unabhängig von theoretischen Erwägungen ist jedoch die Festlegung des Bindungscharakters der Moleküle möglich. Es genügt dazu, daß der Verlauf der Kurve in einem gewissen Abstand vom Schnittpunkt eindeutig festzulegen ist. Es läßt sich dann immer feststellen, ob die Ionen- oder die Atomkurve in etwas größerem Abstand vom Schnittpunkt als Fortsetzung der Potentialkurve des Grundzustandes zu gelten hat.

Wie oben erwähnt, können Ionenmoleküle durch Lichtabsorption im Gegensatz zu dem üblichen Verhalten der Atommoleküle in zwei normale Atome zerlegt werden. Die Umkehrung des Schlusses, nämlich daß ein Molekül ein Ionenmolekül sei, wenn es sich durch Lichtabsorption in zwei im Normalzustand befindliche Atome zerlegen läßt, ist dagegen nicht erlaubt. Es gibt, wie HERZBERG und HEITLER gezeigt haben, Fälle, in denen auch Atommoleküle durch Lichtabsorption in normale Atome zerfallen können. Das tritt ein, wenn der stabilste Zustand eines Moleküls durch Verbindung eines normalen und eines angeregten Atoms gebildet wird. Ein Beispiel dafür ist das Monozyan.

Der Zustand, dessen Konvergenz zu normalen Atomen führt, hat in diesem Fall die schwächere Bindung; hierbei betätigt der Kohlenstoff im Normalzustand nur zwei Valenzen. Um ihn vierwertig zu machen, bedarf es, wie es auch die Elektronenanordnung des periodischen Systems zeigt, einer Anregungsenergie. Die hierzu zu leistende Arbeit ist aber wesentlich kleiner als die durch die festere Bindung gewonnene, daher die Überschneidung der Kurven. In Fig. 5 sind die genau entsprechenden Verhältnisse im SiN dargestellt.

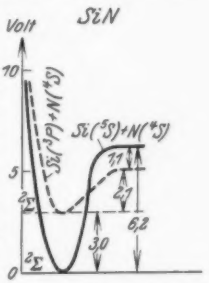


Fig. 5. Potentialverlauf des SiN.

Nach dem, was wir bisher besprochen haben, scheint es, daß grob fehlerhafte Werte der Dissoziationswärmen bei Anwendung dieser Verfahren nicht vorkommen sollten. Das ist jedoch nicht der Fall. Selbst wenn eine Bandenkonvergenzstelle beobachtet wird, ist es manchmal nicht leicht zu entscheiden, in welchem Anregungszustand sich die zerfallenden Atome befinden. Öfters liegt es daran, daß das Serienschema der Atomspektren nicht oder nur unvollkommen bekannt ist. Aus diesem Grunde hat z. B. der angenommene Wert der Dissoziationsarbeit des Sauerstoffs öfters gewechselt, bis man nunmehr durch das Studium der Atomspektren den genauen Wert ermittelt hat. Andere Fehlermöglichkeiten entstehen, wenn nicht wirkliche, diskrete Banden beobachtet werden, sondern Intensitätsfluktuationen, also diffuse Banden der Art, wie sie bei den Alkalihalogeniden besprochen wurden. Das nächste Bild zeigt einen solchen Fall. Auch hier sind die Übergangsgebiete, die zu den Umkehrpunkten der Schwingung B, C, D usw. gehören, wegen der Flachheit der oberen Kurve voneinander getrennt, und *im Gebiet großen Kernabstandes* ist der Abstand der Übergangsgebiete

voneinander wiederum durch die Größe der Schwingungsquanten des Grundzustandes gegeben. Da aber bei kleinem Kernabstande (etwa bei A') die obere Kurve noch einen merklichen Abfall zeigt und nicht parallel zur Abszisse verläuft, so sieht man, daß die Abstände der Maxima anfänglich viel größer sind als die Schwingungsquanten und sehr viel schneller kleiner werden, als es der Abnahme der Schwingungsquanten des Grundzustandes entspricht. KUHN hat in letzter Zeit ein solches Verhalten bei einer Reihe von Molekülsorten nachgewiesen, sowohl wenn der untere Zustand der flache ist und mit einem steilen angeregten kombiniert, wie auch, wenn das Umgekehrte der Fall ist. Da die Übergangsgebiete in diesem Fall schmal sind, so machen

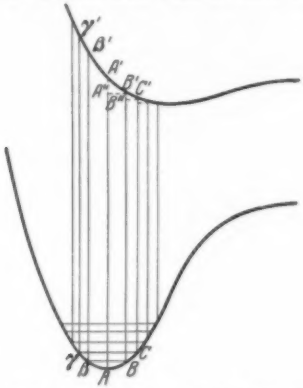


Fig. 6. Das Zustandekommen der Fluktuationen.

die Maxima den Eindruck verwaschener Banden, aus denen man folgern könnte, daß die Schwingungsquanten schnell in ihrer Größe abnehmen, und man extrapoliert dann eine ganz falsche Lage einer Bandenkonvergenz. Um nur ein Beispiel zu nennen, möchte ich auf die falschen Werte der Dissoziationsarbeiten hinweisen, die MROZOWSKY und Mitarbeiter für Hg_2, Cd_2 und Zn_2 erhalten haben, indem sie die Intensitätsfluktuationen für Schwingungsquanten hielten und zu einer Pseudokonvergenz extrapolierten. Gerade diese Substanzen haben eine äußerst kleine Dissoziationsarbeit im Grundzustand und können uns als Prototyp dienen für eine Klasse von Verbindungen, die wegen der Kleinheit der Dissoziationsarbeit chemisch unbekannt sind und durch ihr Spektrum sich als Moleküle erweisen, die durch Polarisationskräfte gebunden sind. Im angeregten Zustand bilden diese Substanzen, wie auch die Edelgase, echte homöopolare Verbindungen mit Dissoziationswärmen, wie wir sie auch bei normalen chemischen Substanzen kennen. Als ein Beispiel nenne ich den Quecksilberdampf, über dessen Absorptionsspektren eine große Zahl von Arbeiten erschienen sind. Quecksilberdampf gilt dem Chemiker als Prototyp des einatomigen Metalldampfes. In der Tat zeigt er bei niederen Drucken auch nur die Atomlinien in Absorption. Steigert man den Druck, so entstehen breite Absorptionsbänder, die sich an die Atomlinien anschließen. Unter gewissen Bedingungen ist es möglich, in Emission oder Absorption Bandenstruktur in den Absorptionsgebieten festzustellen; hauptsächlich sind hier Arbeiten LORD RAYLEIGHS zu nennen. Das gesamte Verhalten des Quecksilberdampfes zeigt an, daß im Grundzustand eine lockere Molekülbindung vorliegt mit einer Dissoziationsarbeit von etwa einer kg-Kal. Im angeregten Zustand bestehen dagegen feste Bindungen. Ich muß mir versagen, auf Einzelheiten einzugehen und möchte nur qualitativ das Verhalten der Bandenabsorption in der Gegend der Absorptionslinie 2537 Å schildern. Mit wachsendem Druck verbreitert sich das Absorptionsgebiet stark unsymmetrisch zur Lage der Linie, nach kurzen Wellenlängen kommt man zu einer ziemlich scharfen Grenze, die sich bei weiter wachsendem Druck nicht mehr ändert, während nach langen Wellen hin das Absorptionsgebiet mit wachsendem Druck sich immer weiter bis ins Sichtbare hinein verfolgen läßt. Sehen wir uns die Potentialkurve der beiden in Frage kommenden Molekülzustände an, so ergibt sich, daß man dies Verhalten, wie WINANS ausgeführt hat, vollkommen aus dem Potentialverlauf ablesen kann. In Fig. 8 sind diese Verhältnisse nach WINANS für den ganz analogen Fall der Kadmium-Linie 2288 Å dargestellt. Der Abstand der horizontalen Stücke der Kurven ist proportional dem $h\nu$ der Atomlinie. Ein Auftreten größerer Entfernungen der Kurven voneinander, also größere Energieunterschiede, die der geringen Verbreiterung der Linie nach kurzen Wellen entsprechen, erhalten wir bei Übergängen aus dem flachen Minimum der lockeren Bindung, also vom Punkte c aus zur Potentialkurve des Anregungszustandes. Die Vergrößerung des Abstandes der Potentialkurven entspricht angenähert der Dissoziationsarbeit des Grundzustandes. Eine Ungenauigkeit besteht darin, daß auch die obere Kurve nicht streng parallel zur Abszissenachse verläuft, sondern wegen Auftreten von Polarisationskräften in der Richtung der kleinen Radien langsam abfällt. Man kann also die Dissoziations-

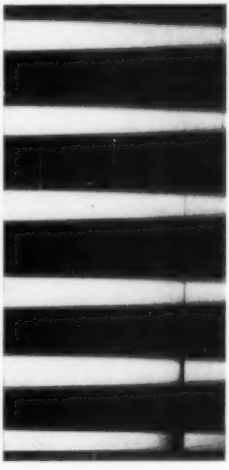


Fig. 7. Absorption der Quecksilberlinie 2537 Å bei verschiedenen Drucken.

arbeit des Grundzustandes angenähert aus der kurzwelligen Grenze des Absorptionsgebietes abschätzen, wenn man von dem entsprechenden Werte $h\nu_c$ der kurzwelligen Grenze des Absorptionsgebietes den Betrag $h\nu_a$ für die Atomlinie abzieht. Der Wert ist von der Größenordnung einer kg-Kal. in Übereinstimmung mit den Resultaten andersgearteter optischer Methoden. Verfolgen wir die Kurve weiter bis zu kleineren Werten der Kernabstände, so wird der senkrechte Abstand der Kurven voneinander immer kleiner, besonders schnell sinkt er bei den Radienwerten, bei denen der steile Abfall der oberen Kurve zum Minimum einsetzt. Daher erhalten wir eine Verbreiterung nach langen Wellen, die mit wachsendem Druck und besonders mit wachsender Temperatur schnell fortschreitet, da der Atomabstand beim Stoß dank der mit der Temperatur wachsenden Relativenergie abnimmt. Ich habe dieses Beispiel etwas ausführlicher gebracht, weil es typisch ist, nicht nur für die einatomigen Metalldämpfe, sondern

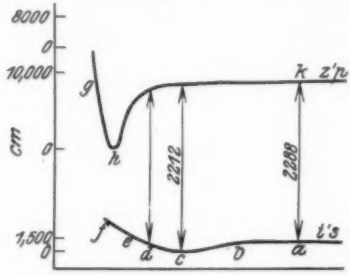


Fig. 8. Unsymmetrische Verbreiterung der *Cd*-Resonanzlinie nach WINANS.

auch für die Edelgase. Ein schönes Beispiel dafür ist das neuerdings von MC. LENNAN und R. TURNBULL beschriebene Verhalten der Absorption des Lichtes durch gasförmiges, flüssiges und festes Xenon. Mit wachsendem Druck zeigt die Resonanzlinie des Xenons bei 1469 Å ein ganz gleiches Verhalten wie die Resonanzlinie des Quecksilbers. Beim Übergang zum flüssigen Zustand ist die langwellige Grenze um mehrere hundert Å gegenüber der Linie verschoben. Geht man zum festen Zustand des Xenons über, so wird mit abnehmender Temperatur das Absorptionsgebiet wieder wesentlich schmaler. Die Verbreiterung nach kurzen Wellen ist klein und strebt mit wachsendem Druck einer festen Grenze zu. Mc LENNAN gibt keine Deutung dieses Phänomens, aber es ist vollkommen analog zu erklären wie das Verhalten des Quecksilbers und anderer als einatomig bezeichneter Gase. Besonders hübsch ist, daß bei tiefen Temperaturen im festen Zustand das Spektrum wieder schmaler wird. Es ist evident, daß bei tiefen Temperaturen die Atome (wegen der Abnahme der Schwingungsamplituden) sich weniger nahe kommen, trotzdem die Dichte anwächst. Die Größenordnung der Dissoziationsarbeit des Xenons im Grundzustand ist wiederum von der Größenordnung der VAN DER WAALSschen Anziehung. Genauere Resultate anzugeben hat keinen Zweck, da man nicht behaupten kann, daß nur zweiatomige Moleküle im Grundzustand sich bilden, sondern bei der großen Dichte werden auch größere Molekülaggregate vorhanden sein. Weitere Beispiele lockerer VAN DER WAALscher Edelgasverbindungen hat OLDENBERG studiert.

Kurz erwähnen möchte ich den KUHNschen Nachweis von Polarisationsmolekülen im Kalium. Man sieht hier aus den Spektren, daß die gleiche Atomsorte neben echten homöopolaren Molekülen auch Polarisationsmoleküle bildet. Die Verhältnisse sind aus den Potentialkurven des nächsten Bildes (Fig. 9) ersichtlich. Neben einer Anziehungskurve im Grundzustand besteht für homöopolare Bindung nach der allgemein angenommenen Theorie

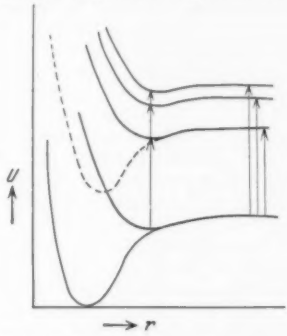


Fig. 9. Potentialkurven der K_2-Austauschmoleküle und der K_2-Polarisationsmoleküle.

von HEITLER und LONDON auch eine Abstoßungskurve. Durch die Polarisationskräfte wird die Asymptote der Anziehungskurve etwas abgeschrägt. In der Abstoßungskurve dagegen entsteht ein neues Minimum bei großen Kernabständen. Ein gleiches Verhalten zeigen die angeregten Zustände. Bei Übergängen zwischen den Potentialkurven ergeben echt gebundene Moleküle Übergänge, deren Lage nichts mit der Lage der Atomlinien zu tun hat, also ein richtiges Bandenspektrum, während die Übergänge zwischen den flachen Minimis in den Abstoßungskurven schmale Bandengebiete ergeben, die sich als diffuse Begleiter der Atomlinien im Spektrum bemerkbar machen.

Eine prinzipiell andere Möglichkeit, aus Bandenspektren Dissoziationsarbeiten zu entnehmen, stammt aus Beobachtungen von V. HENRI. Er fand bei Aufnahme von Bandenspektren in Absorption, daß in einem Bandenzuge von einer gewissen Grenze aus mehr oder minder plötzlich eine Verwischung der Feinstruktur der Einzelbande zu kontinuierlichen Gebieten einsetzt, die beim weiteren Fortschreiten nach kurzen Wellen hin

allmählich wieder aufhört. Die Deutung, die von verschiedener Seite, insbesondere von BONHOEFFER und DE KRONIG gegeben ist, erhält man wieder unter Benutzung der Potentialkurven.

Nehmen wir an, daß zwischen der n-Kurve des Normalzustandes und der Potentialkurve a Übergänge stattfinden, während die Übergänge zu den Kurven a' und a'' verboten sind. Dann beobachten wir bei niederer Temperatur Übergänge zur oberen Kurve, die in das Gebiet zwischen A und G' führen. Die Banden, die zu den Oszillationsquanten zwischen A und D führen, verhalten sich normal. Diejenigen, die zu Niveaus oberhalb D führen, zeigen die Erscheinung der Verwaschung, die nach HENRI Prädissoziation genannt wird. Sie kommt zustande, indem das Molekül auf der a-Kurve hinüberpendelt zum Schnittpunkt c' oder über ihn hinaus. Von D ab sind strahlungslose Übergänge in die a'-Kurve möglich, und da diese hier schon parallel zur Abszissenachse verläuft, so bedeutet das einen Übergang in einen dissoziierten Zustand. Nach der Quantenmechanik besteht prinzipiell immer eine Übergangswahrscheinlichkeit von einem System mit vorgegebener Energie in ein anderes System gleicher Energie. Abgesehen von der Gültigkeit einiger Auswahlprinzipien tritt nur dann eine erhebliche Wahrscheinlichkeit für den strahlungslosen Übergang auf, wenn sich dabei Kernabstand und Geschwindigkeit der Partikel nicht wesentlich ändern, wenn der Übergang in kurzer Zeit erfolgen soll. Geht der Übergang von der a-Kurve in die a'-Kurve strahlungslos sehr schnell vonstatten, so ist die Lebensdauer des angeregten Moleküls so kurz, daß eine Molekülfluoreszenz nicht mehr nachzuweisen ist, und ferner bewirkt die Abkürzung der Lebensdauer eine so starke Dämpfung, daß eine Verwaschung der Linien eintritt. Da somit das jähe Einsetzen der Verwaschung einen Übergang in den Dissoziationszustand anzeigt, so läßt sich aus dem Einsetzen der Prädissoziation die Dissoziationsarbeit entnehmen, sobald man den Zustand der Dissoziationsprodukte in der Asymptote der a'-Kurve kennt. Etwas anderes ist es, wenn der Schnitt der a-Kurve mit einer Potentialkurve erfolgt, die den Verlauf der a''-Kurve hat, mit dem Schnittpunkt c''. Hier sieht man, daß die Dissoziationsprodukte mit einer gewissen kinetischen Energie auseinanderfahren werden, da die aufgenommene Energie beim Schnittpunkt etwas größer sein kann, als der Höhe der Asymptote entspricht. Die Beobachtung der Prädissoziation wird also häufig einen zu hohen Wert der Dissoziationswärme liefern. Hierauf hat HERZBERG hingewiesen. Ferner wird in diesem Fall nicht ein jähes Einsetzen der Verwaschung der Banden erhalten, sondern ein allmähliches, da entsprechend den quantenmechanischen Gesetzen ein Übergang von der a- in die a''-Kurve schon unterhalb des Schnittpunktes einsetzen kann. Diese letztere Überlegung stammt von TURNER. Neuerdings hat TURNER einen Fall studiert, bei dem ein Übergang von der a-Kurve zur a''-Kurve nach Auswahlprinzipien verboten ist, sich aber durch Einwirkung eines Magnetfeldes erzwingen läßt. Dann stellt man fest, daß durch die bei Einschalten eines Magnetfeldes eintretende Dissoziation die Molekülfluoreszenz verschwindet, während sie ohne magnetische Einwirkung auch dann vorliegt, wenn die angeregten Niveaus oberhalb des Schnittpunktes c'' sich befinden. Das ist im Joddampf der Fall bei Anregung mit sichtbarem Licht; man erhält so eine Deutung der von STEUBING schon seit langem beobachteten Auslöschung der Jodfluoreszenz durch ein Magnetfeld.

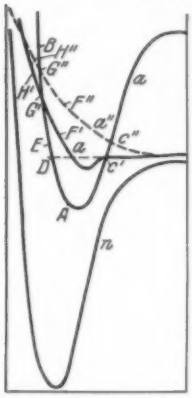


Fig. 10. Deutung der Prädissoziation.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß aus den Bandenspektren nach verschiedenen Verfahren teils genaue Werte der Dissoziationsarbeiten der Moleküle, teils Abschätzungen der Größenordnungen zu entnehmen sind. Die wichtigsten Resultate enthält die folgende Tabelle, die einer Zusammenfassung von H. SPONER entnommen ist. Wie man sieht, sind mancherlei Substanzen untersucht, bei denen nach thermochemischen Methoden die Messung der Dissoziationsarbeit unmöglich ist.

Zum Schluß möchte ich kurz darauf eingehen, daß, wenn auch bisher nur qualitativ, auch eine andere thermochemisch wichtige Molekularkonstante — die Aktivierungswärme chemischer Reaktionen — aus dem Studium der Potentialkurven zu entnehmen ist. LONDON hat auf Grund wellenmechanischer Überlegungen zeigen können, daß ein reaktionsfähiges Atom oder Molekül bei Annäherung an ein anderes abgeschlossenes Molekül einen Potentialwall zu überwinden hat, damit es sich so weit nähern kann, daß eine Reaktion stattfindet. Eine Berechnung der Aktivierungswärme wäre im Prinzip möglich, wenn man die Potentialkurven der sich treffenden Moleküle in dem Zustand des Zusammenstoßes genau kennen würde. Da man aber nicht die Potentialkurve der ungestörten Moleküle mit denen im Zustand des Zusammenstoßes vergleichen darf, so sind auch nur ungefähr gültige Resultate vorerst aus der Theorie nicht zu entnehmen. Dagegen ist es möglich, qualitative Ergebnisse aus Resultaten der kinetischen Gastheorie in Verbindung mit Daten der Spektroskopie zu entnehmen. Die kinetische Gastheorie liefert die Abstände, auf die die Moleküle sich nähern können, also die Grenze des Potentialwalls, und die Spektroskopie liefert den Kernabstand der Ausgangsverbindungen und der Reaktionsprodukte aus den Bandenspektren. Man muß kleine Akti-

Tabelle von spektroskopisch bestimmten Dissoziationsarbeiten.

Molekül	D in Volt	D in kcal.	Molekül	D in Volt	D in kcal.	Molekül	D in Volt	D in kcal.
H_2	4,34 ± 0,1	100,1 ± 2,3	LiH	2,6 ± 0,2	59,0 ± 5	CsBr	≧ 3,9	≧ 89,2
Li_2	≦ 1,7	≦ 39,0	CdH	0,67 ± 0,01	15,5 ± 0,2	CsJ	3,35 ± 0,1	77,3 ± 2,3
Na_2	0,9 ± 0,1	20,7 ± 2,3	HgH	0,37 ± 0,01	8,5 ± 0,2	CuJ	1,9 ± 0,05	44,0 ± 1,0
K_2	0,65 ± 0,2	15,0 ± 4,6	CN	8,1 ± 0,5	187,0 ± 10,0	AgCl	≅ 3,1	≅ 71,5
N_2	~ 9,0	~ 208	CO	< 11,2	< 258,0	AgBr	~ 2,5	~ 60,0
O_2	5,09 ± 0,01	117,4 ± 0,2	NO	6,8 ± 0,5	157,0 ± 10,0	AgJ	~ 2,3	~ 55,0
S_2	≦ 4,4	≦ 101	SO	< 6,4	< 148,0	CaF	~ 3,3	~ 76
Se_2	< 3,6	< 83,0	LiBr	4,2 ± 0,1	96,7 ± 1,4	TlCl	3,77 ± 0,01	87,0 ± 0,2
Te_2	< 3,0	< 69,0	NaJ	3,0 ± 0,2	69,2 ± 4,6	TlBr	3,14 ± 0,01	73,5 ± 0,2
F_2	≧ 2,8	~ 64,0	KBr	3,8	≦ 87,5	TlJ	2,64 ± 0,05	60,9 ± 1,0
Cl_2	2,466 ± 0,008	56,87 ± 0,18	KJ	3,3	76,5	NaK	0,62 ± 0,05	14,3 ± 1,0
Br_2	1,961 ± 0,008	45,22 ± 0,18	RbCl	3,9	≧ V ≦ V 90,5	JCl	2,039 ± 0,004	47,03 ± 0,09
J_2	1,544 ± 0,003	35,605 ± 0,07	RbJ	≧ 3,3	≧ 76,5	JBr	1,8 ± 0,1	41,5 ± 2,3

vierungswärmen erwarten, wenn der Abstand, auf den die Kerne beim Stoß sich nähern können, kleiner oder nur wenig größer ist als der Abstand der Kerne in den zu bildenden Verbindungen. Ist der Stoßabstand dagegen wesentlich größer als der Kernabstand im nichtschwingenden Zustand der Endprodukte der Reaktion, so ist die Aktivierungswärme nur dann klein, wenn eine große positive Wärmetönung die Bildung von starkschwingenden Molekülen der Reaktionsprodukte gestattet. Ich möchte noch kurz erwähnen, daß in Übereinstimmung mit der Erfahrung sich ergibt, daß für die Reaktion der Halogene untereinander kleine Aktivierungswärmen nötig sind, im Falle der Reaktion von Stickstoff mit Sauerstoff oder Wasserstoff mit Sauerstoff dagegen große.

Auch auf Reaktionen zwischen freien Atomen mit Molekülen läßt sich dieser Gesichtspunkt anwenden. So zeigt sich in Übereinstimmung mit der Erfahrung, daß Chloratome, um mit Wasserstoffmolekülen Chlorwasserstoff zu bilden, einer größeren Aktivierungswärme bedürfen.

Man kann nach den genannten Gesichtspunkten auch ein Verständnis für Fälle der homogenen Katalyse erhalten. Sie ist ja zu erwarten, wenn durch eine Zwischenreaktion ein Reaktionsweg eröffnet wird, der kleinere Aktivierungswärmen benötigt. Ein Beispiel ist die Reaktion zwischen Chloratomen und Wasserstoffmolekülen, die durch geringe Mengen Wasserdampf stark katalytisch beschleunigt wird. Im Sinne der skizzierten Auffassung kann man das folgendermaßen deuten: Eine lockere Adsorptionsbindung von Cl mit H_2O stößt mit einem H_2-Molekül zusammen, dabei wird eins der H-Atome des Wassers eine Verbindung mit dem Chlor eingehen und eins der H-Atome des Wasserstoffmoleküls tritt an seine Stelle im Wassermolekül, also die Reaktion $Cl + H_2 = HCl + H$ verlangt eine größere Aktivierungswärme, während $ClHOH + H_2 = ClH + HOH + H$ eine geringe Aktivierungswärme benötigt. Der Grund hierfür dürfte folgender sein: Im Wassermolekül sind die H-Atome wesentlich weiter voneinander entfernt als im Wasserstoffmolekül; ein Chloratom kann beim Stoß einem H-Kern des Wassers wesentlich näher kommen als einem H-Kern im Wasserstoffmolekül. Ferner sind die Kernabstände für die Reaktion $H_2 + OH = H_2O + H$ günstig gelegen. Auf diese Weise ließe sich verstehen, daß die Aktivierungswärme der Reaktion zwischen Cl-Atomen und Wasserstoffmolekülen durch Wasser herabgesetzt wird. Natürlich soll dieser Deutungsvorschlag nicht den Anspruch erheben, eine zwingende Erklärung der Chlorknallgasreaktion darzustellen.

Auch für die heterogene Adsorptionskatalyse lassen sich aus dem Verlauf der Potentialkurven Folgerungen ziehen. Einmal kann man mit LONDON daran denken, daß an der Oberfläche der absorbierenden Substanz sich freie Valenzen finden, durch deren Nähe die Festigkeit der Bindung der zu katalysierenden Moleküle herabgesetzt wird, das würde die Höhe des Potentialwalls und damit die Aktivierungswärmen verkleinern. Man kann jedoch auch nach einer Theorie von BORN und mir einen wesentlichen Einfluß der Adsorption darin sehen, daß sie gewissermaßen die Stoßzeit von Molekülen untereinander ungeheuer gegenüber den gaskinetischen Stoßzeiten vergrößert. Wie schon oben erwähnt wurde, ist nach der Quantenmechanik ein Übergang über eine Potentialschwelle selbst dann möglich, wenn die schwingenden Partikel niemals die Energie haben, die sie zur Übersteigung der Potentialschwelle nach den Gesetzen der gewöhnlichen Mechanik benötigen. Diese Übergangswahrscheinlichkeit nimmt für kleine Zeiten quadratisch mit der Zeit zu. Sie ist so klein, daß sie für die kurzen Zeiten eines gaskinetischen Stoßes vernachlässigt werden kann und wird nur dann merklich, wenn dieselben individuellen Moleküle ungestört eine Zeitlang nebeneinander bleiben, wie das bei der Adsorption der Fall ist. Die absolute Größe der mittleren Übergangszeit ist dabei äußerst stark von der Höhe der Schwelle und dem Abstand abhängig, der zu überwinden ist. Inwieweit dieser quantenmechanische Effekt bei guten Adsorptionskatalysatoren eine Rolle spielt, läßt sich noch nicht übersehen. Prinzipiell muß er vorhanden sein.

Bevölkerung, Erwerbstätigkeit und andere Produktionsfaktoren in Ver. St. v. Amerika, Deutschland, Großbritannien, Frankreich und Italien[1].

Der hier unternommene Versuch, die strukturellen Grundlagen der wichtigsten europäischen Industrienationen und der amerikanischen Wirtschaftsmacht, die den kontinentaleuropäischen Völkern heute als nacheifernswertes Vorbild erscheint, durch Text, Zahl und Bild klarzulegen, ist in seinen Ergebnissen in vieler Hinsicht von allgemeiner Bedeutung. Er deckt die Verschiedenartigkeit der Bedingungen auf, unter denen die einzelnen Völker leben, ihre Wirtschaft entwickeln und auf dem Weltmarkt miteinander konkurrieren und tastet gleichzeitig die Grenzen ab, welche die Natur den Neigungen zur gegenseitig kopierenden Technisierung gesetzt hat. Das Werk benutzt soviel wie möglich graphische Methoden, von denen sich manche durch Neuartigkeit der Form auszeichnen. Einige Proben mögen die Vielseitigkeit des Inhaltes und die Besonderheit der zur Demonstration der Ergebnisse verwandten graphischen Methoden veranschaulichen.

Bevölkerung.

Die in Schwarz-Weiß wiedergegebene zweite Farbentafel aus dem ersten Teil über Bevölkerung zeigt Größe und Entwicklungsrichtung derjenigen Faktoren auf, welche das Bevölkerungswachstum der Vergleichsländer bestimmen. Geburt und Tod, Aus- und Einwanderung und deren Salden (Geburtenüberschuß und Wanderungsüberschuß) sind in einer Kombination dargestellt, die vermöge graphischer Addition und Subtraktion das jährliche Bevölkerungswachstum ableitet. Wir sehen hier, daß der Geburtenrückgang, der schon vor dem Kriege eine in allen Kulturländern beobachtete Erscheinung war, in der Nachkriegszeit am stärksten in Deutschland und Großbritannien fortgeschritten ist, die beide das Niveau Frankreichs heute schon erreicht bzw. unterschritten haben. Dagegen liegt die Geburtenziffer Italiens trotz ihrem Rückgang auch heute noch über der Vorkriegsziffer der anderen Vergleichsländer. Die Geburtenziffer betrug:

in	auf 1000 der Bevölkerung 1928	1920	1913
Italien	26,0	31,8	31,7
Ver. Staaten v. Amerika	20,6	23,7	24,7
Deutschland	18,6	25,9	27,5
Frankreich	18,2	21,2	18,9
Großbritannien	17,0	22,8	24,2

Der Rückgang der Geburten wird durch die gleichzeitige Senkung der Sterblichkeit vorläufig etwas ausgeglichen. Neben den Auswirkungen verbesserter Hygiene sind in den auf 1000 der Bevölkerung berechneten Ziffern jedoch insofern Zufälle enthalten, als der Übergang vom alten zum neuens Typus de Altersaufbaus gegenwärtig und in nächster Zukunft die Sterblichkeit mehr gesenkt erscheinen läßt, als es dem medizinischen Fortschritt entspricht. Die Sterblichkeitsziffer betrug:

in	auf 1000 der Bevölkerung 1928	1920	1913
Ver. Staaten v. Amerika	11,4	13,1	14,1
Deutschland	11,6	15,1	14,9
Großbritannien	11,8	12,2	14,0
Italien	15,6	18,7	18,7
Frankreich	16,5	17,1	17,6

Hier unterscheidet sich die germanische Ländergruppe (Ver. Staaten v. Amerika, Deutschland, Großbritannien) deutlich von der romanischen Ländergruppe (Frankreich und Italien). Die größere Sterblichkeit führt bei Frankreich, wo sie nicht wie bei Italien durch vermehrte Fruchtbarkeit kompensiert wird, auch zu einer besonders langsamen Eigenvermehrung der Bevölkerung, birgt indessen für die Zukunft Reserven in sich, die anderswo schon jetzt eingesetzt sind.

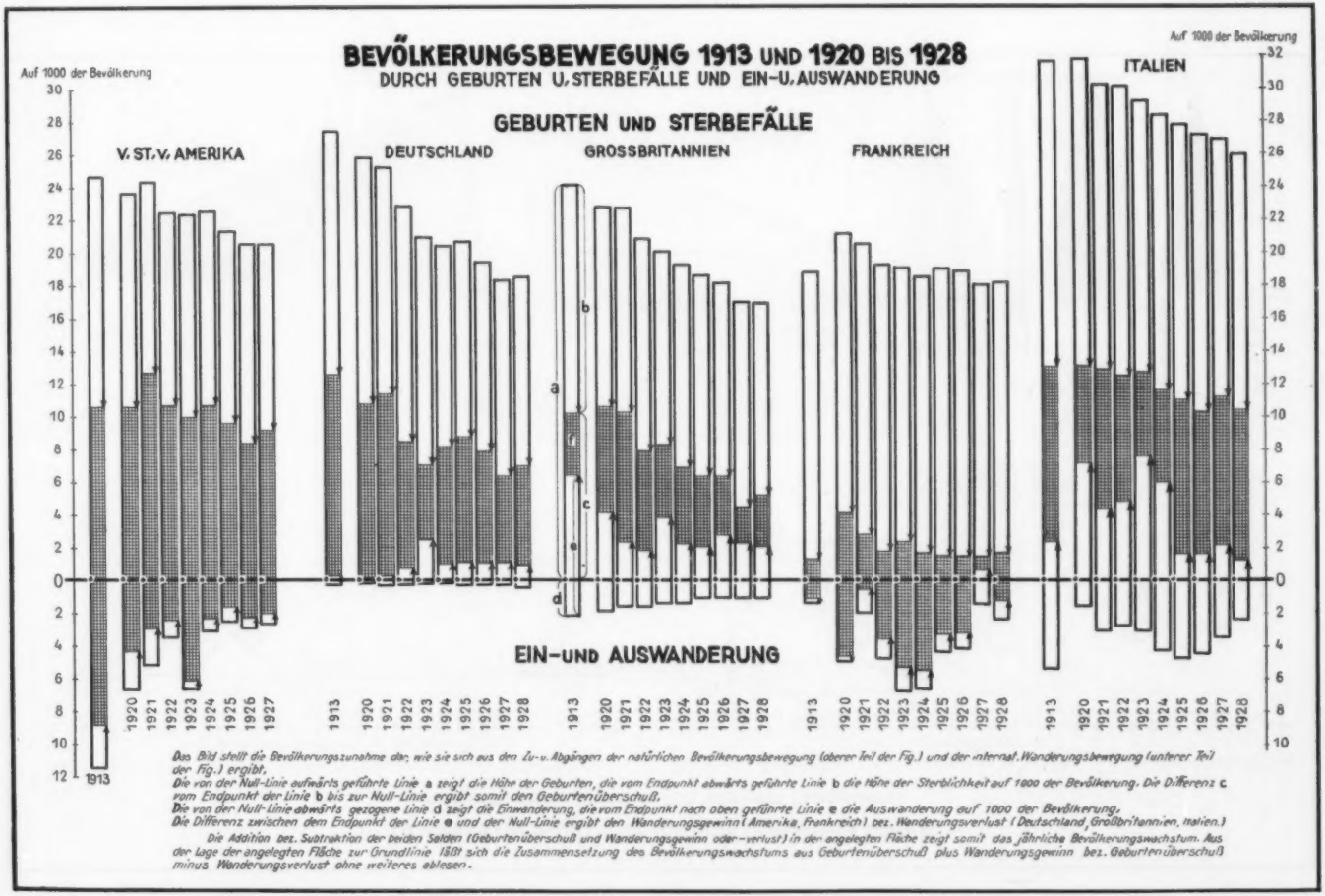
In dem Bild ist der über der Nullinie aufgetragenen Komponente der natürlichen Bevölkerungsbewegung außerdem die darunter abgetragene Komponente der Wanderungsbewegung gegenübergestellt, so daß auch der Einfluß der aus natürlichem Bevölkerungswachstum und Nahrungsspielraum resultierenden Spannungen und des Spannungsausgleichs zwischen den Ländern sichtbar wird. Wir greifen hier die auffälligste Erscheinung heraus, nämlich die Abwanderung eines großen Teiles des italienischen Geburtenüberschusses nach Frankreich, das seit dem Kriege als Einwanderungsland vor den Ver. Staaten v. Amerika steht. In Frankreich stammt somit die jährliche Bevölkerungsvermehrung, die, auf 1000 der Bevölkerung bezogen, etwa der deutschen gleichkommt und über der britischen steht, nur etwa zu einem Drittel aus der Reproduktionskraft des eigenen Volkskörpers, dagegen zu zwei Drittel aus der italienischen Einwanderung.

Die Schlußfolgerungen dieser Untersuchungen für eine Prognose der Bevölkerungsentwicklung bis 1945, ihre Verteilung auf Stadt und Land, auf Erwerbstätige und Nichterwerbstätige ist in anderen Tafeln dargestellt, auf die wir hier nur kurz hinweisen können.

Landwirtschaftliche Produktionsfaktoren.

Im zweiten Teil, der die Produktionsfaktoren behandelt, erscheint uns besonders die Tafel über landwirtschaftliche Produktionsfaktoren bemerkenswert, weil sie nicht nur die ungeheure Überlegenheit der Ver. Staaten v. Amerika wirkungsvoll veranschaulicht, sondern gleichzeitig auch zeigt, wie von gegebenen Wirtschaftsgrundlagen ausgehend die amerikanische und europäische Agrarproduktion zu völlig verschiedenen Techniken gelangt sind. Wir geben in unserer Reproduktion den auf die vegetabilische Produktion bezüglichen Teil der 3. Tafel wieder. Die Ernteflächen für die wichtigsten Agrarprodukte — Reis, Roggen, Weizen, Hafer, Gerste, Mais, Kartoffeln — sind durch Dreiecksflächen gekennzeichnet, aus denen in Form von Rechtecken die Ernteerträge herauswachsen. Da in dieser Kombination der geometrischen Figuren die Grundlinien der Dreiecke und Rechtecke gleich sind, zeigt die Höhe der Rechtecke gleichzeitig die spezifischen Hektarerträge für die einzelnen Früchte an.

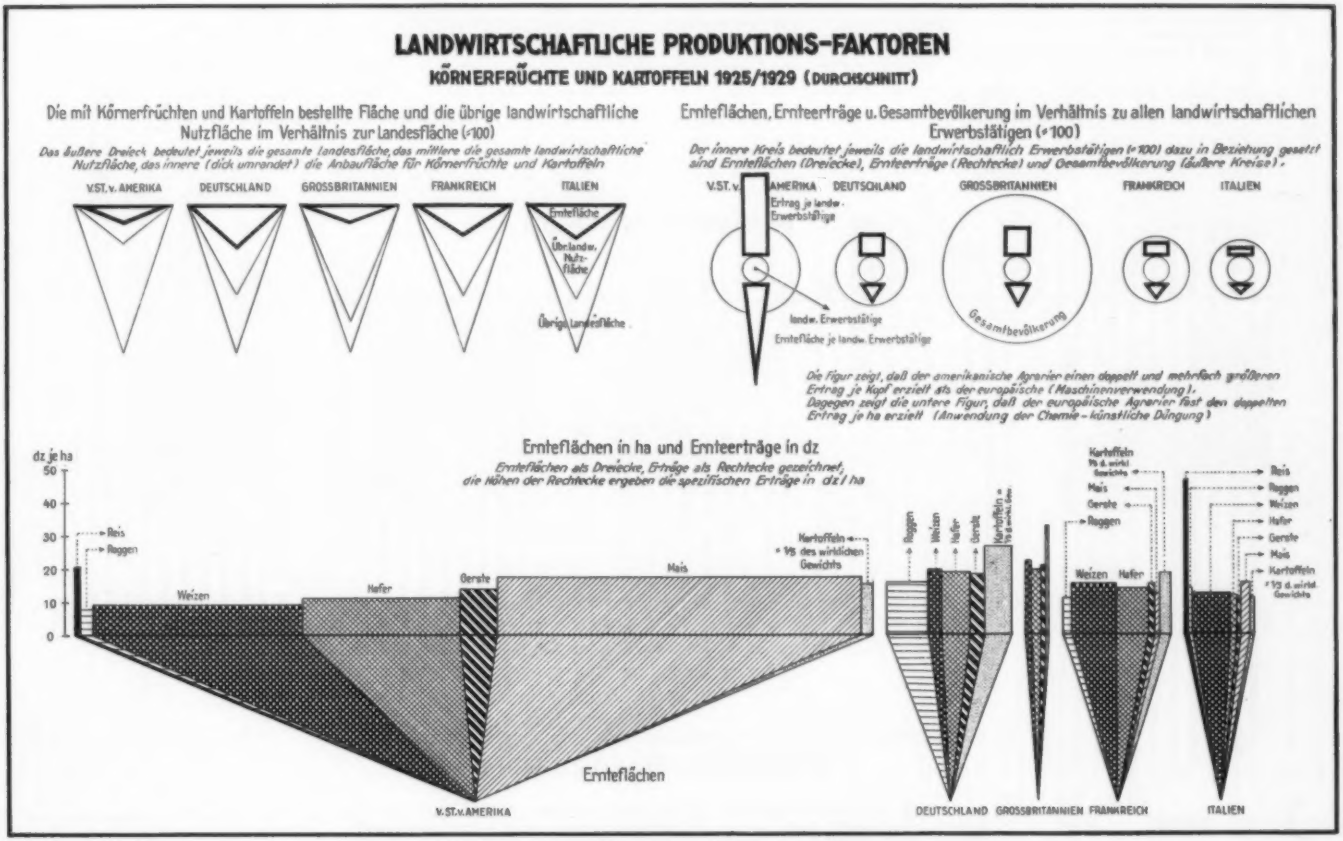
[1] Entnommen aus: Volkswirtschaftlicher Elementarvergleich zwischen Ver. St. v. Amerika, Deutschland, Großbritannien, Frankreich und Italien. Das Werk ist herausgegeben im Einvernehmen mit der I. G. Farbenindustrie A.G. von W. v. Moellendorff und erscheint in 4 Teilen. Die hier besprochenen Teile I über Bevölkerung, II über Erwerbstätigkeit und andere Produktionsfaktoren sowie der Teil III über Handel und Verkehr sind bereits erschienen, während der Teil IV über Konsumtionsfaktoren im Laufe dieses Jahres erscheinen wird. Jeder Teil enthält 8 Farbentafeln mit Zahlenübersichten und Erläuterungen. Berlin: Reimar Hobbing. Preis je Teil RM 32.—.



Das Bild stellt die Bevölkerungszunahme dar, wie sie sich aus den Zu- u. Abgängen der natürlichen Bevölkerungsbewegung (oberer Teil der Fig.) und der internat. Wanderungsbewegung (unterer Teil der Fig.) ergibt.
Die von der Null-Linie aufwärts geführte Linie a zeigt die Höhe der Geburten, die vom Endpunkt abwärts geführte Linie b die Höhe der Sterblichkeit auf 1000 der Bevölkerung. Die Differenz c vom Endpunkt der Linie b bis zur Null-Linie ergibt somit den Geburtenüberschuß.
Die von der Null-Linie abwärts gezogene Linie d zeigt die Einwanderung, die vom Endpunkt nach oben geführte Linie e die Auswanderung auf 1000 der Bevölkerung. Die Differenz zwischen dem Endpunkt der Linie e und der Null-Linie ergibt den Wanderungsgewinn (Amerika, Frankreich) bez. Wanderungsverlust (Deutschland, Großbritannien, Italien.)

Die Addition bez. Subtraktion der beiden Seiten (Geburtenüberschuß und Wanderungsgewinn oder -verlust) in der angelegten Fläche zeigt somit das jährliche Bevölkerungswachstum. Aus der Lage der angelegten Fläche zur Grundlinie läßt sich die Zusammensetzung des Bevölkerungswachstums aus Geburtenüberschuß plus Wanderungsgewinn bez. Geburtenüberschuß minus Wanderungsverlust ohne weiteres ablesen.

Tafel 1.


LANDWIRTSCHAFTLICHE PRODUKTIONS-FAKTOREN
KÖRNERFRÜCHTE UND KARTOFFELN 1925/1929 (DURCHSCHNITT)
Die mit Körnerfrüchten und Kartoffeln bestellte Fläche und die übrige landwirtschaftliche Nutzfläche im Verhältnis zur Landesfläche (=100)
Das äußere Dreieck bedeutet jeweils die gesamte Landesfläche, das mittlere die gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche, das innere (dick umrandet) die Anbaufläche für Körnerfrüchte und Kartoffeln
V.ST.v. AMERIKA
DEUTSCHLAND
GROSSBRITANNIEN
FRANKREICH
ITALIEN
Ernteflächen, Ernteerträge u. Gesamtbevölkerung im Verhältnis zu allen landwirtschaftlichen Erwerbstätigen (=100)
Der innere Kreis bedeutet jeweils die landwirtschaftlich Erwerbstätigen (=100) dazu in Beziehung gesetzt sind Ernteflächen (Dreiecke), Ernteerträge (Rechtecke) und Gesamtbevölkerung (äußere Kreise).
Ertrag je landw. Erwerbstätige
landw. Erwerbstätige
Ernteflächen je landw. Erwerbstätige
Gesamtbevölkerung
Die Figur zeigt, daß der amerikanische Agrarier einen doppelt und mehrfach größeren Ertrag je Kopf erzielt als der europäische (Maschinenverwendung). Dagegen zeigt die untere Figur, daß der europäische Agrarier fast den doppelten Ertrag je ha erzielt (Anwendung der Chemie – künstliche Düngung)
Ernteflächen in ha und Ernteerträge in dz
Ernteflächen als Dreiecke, Erträge als Rechtecke gezeichnet, die Höhen der Rechtecke ergeben die spezifischen Erträge in dz/ha
dz je ha
50
40
30
20
10
0
Reis
Roggen
Weizen
Hafer
Gerste
Mais
Kartoffeln = 1/5 des wirklichen Gewichts
Ernteflächen
V.ST.v.AMERIKA
DEUTSCHLAND
GROSSBRITANNIEN
FRANKREICH
ITALIEN

Tafel 2.

Das erdrückende Übergewicht der Agrarpotenz der Ver. Staaten v. Amerika gegenüber der außerrussisch-europäischen kommt hier sinnfällig zum Ausdruck. Die Körnerproduktion der Ver. Staaten v. Amerika war im Durchschnitt der Jahre 1925—1929 mehr als doppelt so groß wie die der vier europäischen Vergleichsländer zusammen, etwa sechsmal so groß wie die Deutschlands und rund fünfundzwanzigmal so groß wie die Großbritanniens. An Körnerfrüchten werden geerntet:

in	Durchschnitt 1925/29 Mill. t	v. H.
Ver. Staaten v. Amerika	119,5	70,2
Deutschland	20,3	11,9
Frankreich	15,4	9,1
Italien	10,4	6,1
Großbritannien	4,9	2,7

Die Nebenfigur in unserem Bild links oben zeigt, daß von der Gesamtfläche der Ver. Staaten v. Amerika erst ein Bruchteil landwirtschaftlich genutzt bzw. mit Körnerfrüchten und Kartoffeln bestellt ist. Abgesehen von der augenblicklichen Überlegenheit der Agrarproduktion besitzen die Ver. Staaten v. Amerika auch noch die weitaus größten landwirtschaftlichen Produktionsreserven.

Besonders interessant ist ein Vergleich der Hauptfigur mit der Nebenfigur rechts oben, welche Ernteflächen, -erträge und Gesamtbevölkerung in Beziehung zu den landwirtschaftlich Erwerbstätigen setzt. Die europäischen Völker haben ihre Unterlegenheit an verfügbarem Bodenraum durch Erhöhung der spezifischen Ernteerträge auszugleichen versucht und wirtschaften mit Hilfe der Chemie auf gleichen Flächeneinheiten mehr als den doppelten Ertrag heraus wie die Ver. Staaten v. Amerika. Diese dagegen erzielten durch vermehrte Maschinenanwendung den doppelten und mehrfachen Ertrag je Kopf eines landwirtschaftlichen Erwerbstätigen. Zur Kennzeichnung dieser Gegensätze genügt es, die entsprechenden Zahlen für die Brotgetreidewirtschaft in Deutschland und den Ver. Staaten v. Amerika einander gegenüberzustellen. Es wurden geerntet:

in	Dz. Roggen und Weizen je ha Fläche	je agrarisch Erwerbstätigen
Deutschland	17	11
Ver. Staaten v. Amerika	10	20

Dem amerikanischen Agrarier steht reichlich dreimal soviel Brotgetreideboden zur Verfügung wie dem deutschen; dieser ist zu etwa halb soviel Arbeitsertrag und fast doppelt soviel Wachstumsdichte gelangt wie jener.

Die Beziehungen der Gesamtbevölkerung auf landwirtschaftliche Erwerbstätige, Ernteflächen und Ernteerträge liefert weiterhin einen Index der relativen Versorgtheit der Vergleichsländer mit Agrarerzeugnissen. Hauptgegensätze bilden hier die Ver. Staaten v. Amerika, wo Erntefläche und Ernteerträge weit über den Kreis der zu versorgenden Bevölkerung hinausragen (Getreideausfuhrland), und Großbritannien, wo Erntefläche und Ernteertrag nicht entfernt den Gesamtkreis der Bevölkerung zu versorgen vermögen (Getreideeinfuhrland).

Industrielle Produktionsfaktoren.

Neben den landwirtschaftlichen werden im zweiten Teil des Elementarvergleiches die industriellen Produktionsfaktoren der fünf Vergleichsländer einer eingehenden Untersuchung unterzogen. Von den Tafeln 4 bis 7, die sich mit der Darstellung der Produktionsmittel- und Verbrauchsgüterindustrien, mit Technisierung und Maschinisierung, Energieverbrauch und Versorgung mit wichtigsten Grundstoffen befassen, greifen wir die Tafel 6 über Vorräte, Produktion und Verbrauch von Kraftstoffen heraus.

Die Natur hat die wichtigsten Kraftstoffe der modernen Industriewirtschaft, Kohle, Öl und Wasserkraft, geographisch ungleich verteilt. Mit Kohle sind die Ver. Staaten v. Amerika, Deutschland und Großbritannien so reichlich bevorratet, daß sie einen Teil ihrer Produktion ausführen können, während Frankreich und insbesondere Italien Kohle einführen müssen. Die Ver. Staaten v. Amerika gehören obendrein zu den Hauptproduzenten von Erdöl. Soweit der hauptsächlich im Verkehrswesen durchgeführte Übergang zur Verbrennungskraftmaschine und zur Ölfeuerung den Verbrauch von flüssigen Brennstoffen vermehrt hat, sind alle europäischen Vergleichsländer einfuhrabhängig geworden. Es produzierten im Durchschnitt 1925/28 in Prozenten ihres Verbrauchs:

	Kohle v. H.	Öl v. H.
Großbritannien	134,3	—
Deutschland	124,0	6,4
Ver. Staaten v. Amerika	104,5	119,2
Frankreich	68,5	3,1
Italien	3,3	0,8

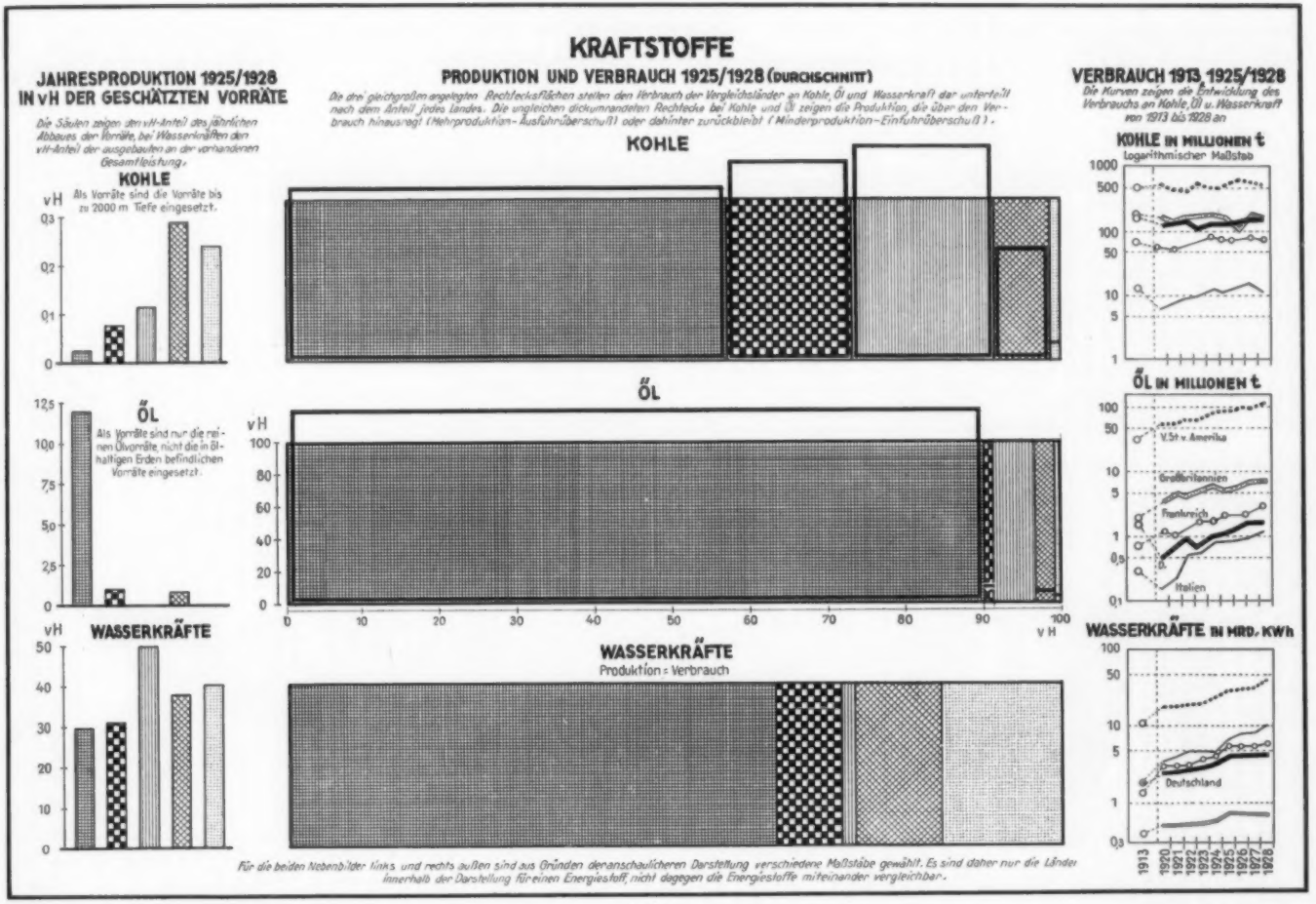
Der im Verhältnis zu den Vorräten überraschend hohe Anteil der Ölförderung in den Ver. Staaten v. Amerika rührt daher, daß nur die geschätzten reinen Ölvorräte eingesetzt sind. Nach deren Erschöpfung stehen jedoch noch die ölhaltigen Erden zur Verfügung (bergmännische Ölgewinnung). Alle und besonders die von Natur mit Kohle und Erdöl wenig ausgerüsteten Staaten trachten ihre Energiewirtschaft durch den Ausbau der Wasserkräfte zu verstärken. Allerdings ist die Bedeutung der Wasserkraft im Rahmen der gesamten Kraft- und Wärmewirtschaft nur von untergeordneter Bedeutung.

Die Gesamtproduktion an Energiestoffen (Kohle, Öl und Wasserkraft) erreichte, gemessen an ihrem Energieinhalt, im Durchschnitt der Jahre 1925/1928 in Prozenten des Gesamtverbrauchs

in	v. H.
Großbritannien	127,7
Deutschland	122,3
Ver. Staaten v. Amerika	106,4
Frankreich	66,1
Italien	9,2

Diese Übersicht zeigt, daß die energiewirtschaftlichen Grundlagen der französischen und der italienischen Industrie zu einem Drittel bzw. zu neun Zehnteln im Ausland liegen. Hier tritt ein Grund für die auf anderen Tafeln hervorgekehrte bevorzugte Entwicklung der germanischen Länder zutage, die sich große Produktionsmittelindustrien mit starkem Verbrauch an Kraftstoffen leisten durften. Da die Bevölkerungsvermehrung Italiens zur industriellen Tätigkeit drängt, so ist damit zu rechnen, daß dieses Land, dem für eine stärkere Entwicklung von Produktionsmitteln die natürlichen Grundlagen fehlen, vorwiegend in der Erzeugung von industriellen Verbrauchsgütern als Konkurrent auf dem Weltmarkt auftreten wird.

A. Reithinger, Berlin.



Für die beiden Nebenbilder links und rechts außen sind aus Gründen der anschaulicheren Darstellung verschiedene Maßstäbe gewählt. Es sind daher nur die Länder innerhalb der Darstellung für einen Energiestoff, nicht dagegen die Energiestoffe miteinander vergleichbar.

Tafel 3.

Dänische ozeanographische Expedition um die Erde 1928—1930.

Von P. JESPERSEN, Kopenhagen.

Prof. JOHS. SCHMIDTS bekannte Untersuchungen über die Verbreitung und die Laichverhältnisse der Süßwasser-Aale gaben den eigentlichen Anlaß dazu, daß die genannte Expedition von Dänemark ausgesandt wurde. Nachdem Prof. SCHMIDT die Verhältnisse für die zwei im Atlantik laichenden Arten von Süßwasser-Aalen, den europäischen Aal (Anguilla vulgaris) und den amerikanischen Aal (Anguilla rostrata), klargelegt hatte, begann er umfassende Untersuchungen über die Systematik der Süßwasser-Aale und Ausbreitung der einzelnen Arten im Stillen Ozean und im Indischen Ozean nebst angrenzenden ozeanischen Gebieten, und unternahm in dieser Angelegenheit 1926 eine Reise nach Australien, Neu-Seeland und nach Tahiti. Im Laufe von einigen Jahren wurde ein sehr großes Material von Süßwasser-Aalen aus den tropischen und subtropischen Gegenden im indo-pazifischen Gebiet sowie von Neu-Seeland, Australien und Südafrika gesammelt; es glückte, eine Reihe von Arten zu identifizieren und ihre Verbreitung kartenmäßig zu bestimmen. Um indessen die Laichverhältnisse dieser Arten klarzulegen und möglichst ihre Laichgebiete aufzuzeigen, war es notwendig, eine besondere Expedition auszusenden. Im Frühjahr 1928 wurde der Plan für eine Tiefsee-Expedition gelegt, die die gesamten Aaluntersuchungen als spezielle Aufgabe haben sollte, aber im übrigen allgemein ozeanographische Untersuchungen in den verschiedenen Ozeanen vornehmen sollte.

Da der Carlsberg-Fond in Kopenhagen die notwendigen Mittel für eine Erdumsegelung zur Verfügung stellte, wurde die Expedition „Ozeanographische Expedition des Carlsberg-Fonds um die Erde, 1928—1930" genannt. Der dänische Staat lieh das Expeditionsschiff „Dana". Da dieses Schiff, das ein 138 Fuß langer Trawler von 360 Tonnen ist, gewöhnlich für praktisch-wissenschaftliche Tiefseeuntersuchungen gebraucht wird, teils in dänischen Gewässern, teils in den Meeren um Island und den Faröer-Inseln, war es wohl ausgerüstet mit den notwendigen Apparaten für gewöhnliche marin-biologische Untersuchungen. Mit Hinblick auf diese spezielle Expedition wurde das Schiff indessen noch mit verschiedenen modernen Instrumenten versehen, wie einem Echolot-Apparat und einer Radiostation, die so stark war, daß es mit Hilfe eines Kurzwellensenders während der ganzen Fahrt möglich war, selbst aus den entferntesten Gegenden des Stillen Ozeans in direkter täglicher Radioverbindung mit Kopenhagen zu stehen. Der Leiter der Expedition war selbstverständlich Prof. Johs. SCHMIDT. Außerdem bestand die wissenschaftliche Besatzung aus fünf Mann, nämlich zwei Zoologen, einem Hydrographen, einem Botaniker und einem Schiffsarzt, der in verschiedener Weise bei den wissenschaftlichen Untersuchungen half. Während kürzerer Zeiträume nahmen noch einzelne andere dänische, ebenso einige ausländische Wissenschaftler als Gäste an der Arbeit der „Dana" teil.

Die Expeditionsroute war hauptsächlich mit Hinblick auf die besonderen Aaluntersuchungen festgelegt worden, mit Ausnahme des südlichen Atlantik, wo man bekanntlich keine Süßwasser-Aale antrifft, wo hingegen gewöhnliche ozeanographische Untersuchungen vorgenommen wurden. Die Expedition verließ Kopenhagen am 14. Juni 1928. Ihre Route war in den Hauptzügen die folgende:

Nach einem kurzen Aufenthalt in Plymouth und Santander steuerte das Schiff zur Bucht von Cadiz und dem westlichen Mittelmeer, wobei die Städte Lissabon, Casablanca, Gibraltar und Malaga angelaufen wurden. Mit Kurs über den Atlantik ging es nach Madeira und Martinique, weiter durch den Panama-Kanal. Die Expedition hielt sich einige Tage in dem Gatun See auf, wo ihre Teilnehmer der biologischen Station auf der Barro-Colorado-Insel einen Besuch abstatteten. Von Panama ging die Fahrt direkt nach den Marquesa-Inseln. Während der weiteren Fahrt über den Stillen Ozean nach Neu-Seeland wurden Tahiti, die Cook- (Rarotonga), Samoa- (Apia), Fidschi- (Suva) Inseln und Neu Caledonien (Noumea) angelaufen. In den Gewässern an der Ostküste Neu-Seelands wurden Untersuchungen bis etwa 47° südlicher Breite vorgenommen. Die Städte Auckland und Wellington wurden angelaufen. Von der Cook-Straße wurde Kurs über das Tasmania-Meer auf Sydney gehalten. Auf der Fahrt entlang der Ostküste Australiens ging die „Dana" kurz vor Anker vor Low Island, wo das Hauptquartier der britischen Great-Barrier-Reef-Expedition besichtigt wurde und die Mitglieder der Expedition begrüßt wurden. Nachdem Thursday-Island an der Torres-Straße angelaufen war, ging die „Dana" nach Amboina und danach an die Nordspitze von Celebes (Menado), von wo aus sie nach Saigon in Französisch Indo-China weiterlief. Die Untersuchungen in den Untiefen des Siam-Golf führten das Schiff nach Bangkok und weiter nach Nhatrang in Annam, wo die dortige französische biologische Station besucht wurde. Im Chinesischen Meer wurde ein Abstecher nach Formosa und Shanghai gemacht. Nach einem Besuch auf den Philippinen (Manila) arbeiteten wir längere Zeit in den Gewässern nördlich von Neu-Guinea, wo die kleine Stadt Manukvari als Fußpunkt benutzt wurde. Die tiefe Celebes-See war ebenfalls Gegenstand für besonders eingehende biologische und hydrographische Untersuchungen, die weiter in den Gewässern westlich von Sumatra fortgesetzt wurden, wo die Expedition sich ein paar Monate aufhielt und die Fauna in der Gegend zwischen den Nicobar-Inseln und den Cocus-Inseln untersuchte. Die Fahrt ging darauf über Colombo und die Seychellen nach Mombasa, da die Gewässer nördlich von Madagaskar besonders gründlich durchforscht werden sollten. Die Fahrt wurde

dann durch den Kanal von Mosambik nach Durban und weiter nach Cape Town fortgesetzt. Im südlichsten Atlantik wurde St. Helena angelaufen,

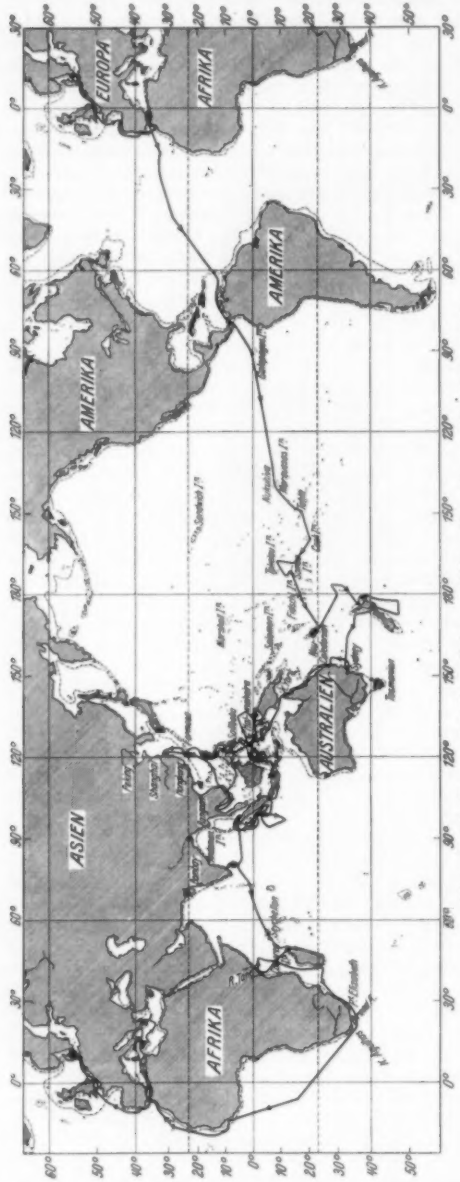


Fig. 1. Die Route des Expeditionsschiffes „Dana" um die Erde 1928–1930.

ebenso Freetown-Sierra Leone, um Kohlen zu nehmen, wonach Kurs über Teneriffa auf Casablanca genommen wurde. Im Mittelmeer, wo die Expedition im Frühjahr 1930 einige Monate zubrachte, wurden die früher von Prof. SCHMIDT angefangenen Untersuchungen über die Einwanderung der Aal-Larven fortgesetzt. Aber darüber hinaus konzentrierten sich die Untersuchungen auf diesem Gebiet besonders auf Bodenuntersuchungen (Bonitierung) und die Verteilung der Nährstoffe. Die Mittelmeer-Untersuchungen erstreckten sich bis zu den Gewässern westlich von Kreta. Auf der eigentlichen Heimfahrt wurden Plymouth und Boulogne angelaufen. Am 30. Juni 1930 kam die Expedition zurück nach Kopenhagen. Die Erdumsegelung hatte etwa 24 und $^1/_2$ Monat gedauert und in dieser Zeit war eine Distanz von etwa 65000 Seemeilen zurückgelegt, oder eine Strecke dreimal so lang wie der Äquator.

Auf der ganzen Fahrt wurde in passenden Zwischenräumen Station gemacht; insgesamt 661 mal. Die wissenschaftlichen Arbeiten der Expedition bestanden besonders in biologisch-hydrographischen Untersuchungen, aber darüber hinaus wurden auf der ganzen Fahrt Messungen mit dem Echolot gemacht.

Die biologischen Untersuchungen bestanden hauptsächlich in der Sammlung mariner Organismen mit Hilfe pelagischer Züge mit den verschiedenen Mitteln, deren man sich bei der modernen Meeresforschung bedient. Auf jeder Station wurden horizontale Züge gleichzeitig mit mehreren Netzen gemacht und zwar so, daß diese in verschiedenen Abständen an einem Kabel befestigt wurden. Bei solchen pelagischen Stationen wurden gewöhnlich fünf Netze benutzt, die auf diese Weise gleichzeitig Material in verschiedenen Tiefen fischten. Die meist benutzten Kabellängen waren 50, 100, 300, 600 und 1000 m, während die einzelnen Netze bei tieferen Zügen in der Regel mit einem Abstand von je 1000 m an Kabel angebracht waren. Die größte Tiefe, in der gefischt wurde, war eine Kabellänge von 7000 m. An 488 Stellen sind pelagische Fischzüge vorgenommen worden. Die Stationen verteilen sich wie folgt: Nördlicher Pazifik 71, südlicher Pazifik 109, Indischer Ozean 171 und Atlantischer Ozean und Mittelmeer 137. Es sind insgesamt 3063 horizontale Züge in verschiedenen Tiefen vorgenommen worden, sowie 517 Oberflächenzüge. Vertikalzüge sind seltener ausgeführt worden. Die Anzahl solcher Züge, die mit Seidennetzen vorgenommen wurden, belaufen sich auf 494. Untersuchungen des Meeresgrundes sind mehr gelegentlich vorgenommen worden. Aber es liegen doch immerhin Untersuchungen der Bodenfauna von 111 Stationen vor, besonders von Neu-Caledonien, St. Helena, den Kanarischen Inseln und dem Mittelmeer. Im letztgenannten Gebiet wurden quantitative Untersuchungen vorgenommen über die Bodenfauna mit Hilfe des Petersen-Greifers.

Die hydrographischen Untersuchungen wurden mittels Entnahme von Wasserproben durch Wasserschöpfer ausgeführt, von denen bis zu 4 Stück am gleichen Kabel verwendet wurden. Neben Temperaturmessungen wurden Untersuchungen an Bord vorgenommen, um den Salzgehalt sowie

den Gehalt an Sauerstoff, Stickstoff und Phosphor festzustellen. Die einzelnen hydrographischen Stationen auf der Expedition belaufen sich auf 291 und auf diesen wurden insgesamt 4173 Wasserproben genommen in verschiedenen Tiefen sowie 1064 Oberflächenproben. Die hydrographischen Stationen verteilen sich wie folgt: 60 im nördlichen Pazifik, 78 im südlichen Pazifik, 65 im Indischen Ozean, 88 im Atlantischen Ozean und Mittelmeer Die Wasserproben wurden auf den verschiedenen Stationen in der Regel bis zu den tiefsten Tiefen genommen.

Überall auf der Fahrt wurden Tiefenmessungen mit dem Echolot vorgenommen. Die gesamte Anzahl der Lotschüsse beläuft sich auf 8200 und die tiefste Tiefe, die gemessen wurde, war in der Nähe der Kermadec-Inseln, die 8950 m Wasserhöhe ergab. Es muß indessen bemerkt werden, daß die Expedition nicht darauf aus war, die tiefsten Meeresstellen aufzusuchen.

Neben den allgemeinen ozeanographischen Untersuchungen war es, wie bereits erwähnt, die Hauptaufgabe der Expedition, Sammlung pelagischer Organismen vorzunehmen, und man kann wohl sagen, daß die heimgebrachte Sammlung ein einzig dastehendes, reichhaltiges Material bildet. Aus den verschiedenen Meeren, die die Expedition durchforscht hat, liegt besonders aus der oberen Wasserschicht bis herunter zu 1000 m Tiefe ein außerordentlich reiches Material vor, das einmal bearbeitet, äußerst interessante Aufschlüsse über die Ausbreitung der verschiedenen pelagischen Organismen im Weltmeer geben kann. Das gesammelte Material ist in erster Linie durch den außerordentlichen Reichtum an Organismen charakterisiert, aber darüber hinaus dadurch, daß sich hydrographische Daten zu fast jedem einzelnen pelagischen Zug finden.

Im Hinblick auf die spezielle Aufgabe der Expedition, die Laichverhältnisse der Süßwasser-Aale zu erforschen, die in den Tropen und den mehr temperierten Gegenden der südlichen Halbkugel leben, kann bereits jetzt gesagt werden, daß es geglückt ist, die Laichplätze verschiedener Arten aufzuzeigen. Es ist ein bedeutendes Material von Anguilla-Larven gesammelt und unter diesen befinden sich Exemplare in verschiedenen Entwicklungsstufen fast all jener Arten von Süßwasser-Aalen, die in dem indo-pazifischen Gebiet leben.

Zuschriften.

Für die Zuschriften hält sich der Herausgeber nicht für verantwortlich.

Der Herausgeber bittet, 1. im Manuskript der *Zuschriften* oder in einem Begleitschreiben die Notwendigkeit einer raschen Veröffentlichung an dieser Stelle zu *begründen*, 2. die Mitteilungen auf einen Umfang von *höchstens* einer Druckspalte zu beschränken. Bei längeren Mitteilungen muß der Verfasser mit Ablehnung oder mit Veröffentlichung nach längerer Zeit rechnen.

Berichtigung.

Die Zuschrift der Herren G. Beck, H. Bethe und W. Riezler im zweiten Hefte dieses Jahrganges war nicht ernst gemeint. Sie sollte eine gewisse Klasse von theoretisch-physikalischen Arbeiten der letzten Zeit treffen, die lediglich spekulativen Charakter und nur zufällige Zahlenübereinstimmungen zur Grundlage haben. In einem an den Unterzeichneten gerichteten Schreiben bedauern die Herren, daß die Formulierung, die sie diesem Gedanken gegeben haben, geeignet war, Mißverständnisse aufkommen zu lassen.

Der Herausgeber.

Zur Deutung der Stromleitung in dielektrischen Flüssigkeiten bei hohen Feldern.

In sehr gut gereinigten dielektrischen Flüssigkeiten wächst der Strom J mit der steigenden Spannung U zuerst proportional (1. Gebiet), dann tritt die angenäherte Sättigung des Stromes mit der Spannung (2. Gebiet), und bei noch größeren Spannungen fängt der Strom wieder an zu steigen (3. Gebiet). Die Beziehung zwischen Strom und Spannung im 3. Gebiet kann durch den Ausdruck

$$J = J_0 e^{cU} \qquad (1)$$

wiedergegeben werden.

J_0 erhält man, wenn $U = 0$ gesetzt wird, die Konstante c gibt die Geschwindigkeit an, mit der der Strom bei wachsender Spannung ansteigt.

Um sich über den Stromleitungsmechanismus im 3. Gebiet der Stromspannungscharakteristik ein Bild zu machen, wurde die Beziehung (1) in Abhängigkeit von der Elektrodenentfernung δ studiert. Für diese Untersuchung ist es erforderlich, sowohl die Versuchsflüssigkeit als auch die Elektroden und das Versuchsgefäß äußerst gut zu reinigen. Man erhält sonst keine reproduzierbare Stromspannungskurve.

Um die Stromspannungskurve zu bekommen, wurde zuerst die Abhängigkeit des Stromes von der Zeit bei verschiedenen Spannungen studiert. Nach einiger Zeit wird der Strom konstant. Diese konstanten Stromwerte werden als Funktion der Spannung aufgetragen und die Stromspannungscharakteristik erhalten.

Aus der Gleichung (1) kann die Beziehung zwischen Strom und Feldstärke $\mathfrak{E}$ gewonnen werden.

Nehmen wir an, daß im stationären Zustand (diesem Zustand entsprechen die vorliegenden Messungen) keine starke Feldverzerrung vorhanden ist, so daß die Bildung der mittleren Feldstärke $\mathfrak{E}_m$ als

$$\mathfrak{E}_m = \frac{U}{\delta}$$

(δ = Elektrodenentfernung) erlaubt ist, so erhalten wir

$$J = J_0 \cdot e^{c\delta\mathfrak{E}_m}. \qquad (2)$$

Die Abhängigkeit dieser Funktion von der Elektrodenentfernung gestattet uns die Beziehung zwischen J und δ bei $\mathfrak{E}_m$ = konstant herzuleiten. $J = J(\delta)$ besagt: Wird δ bei $\mathfrak{E}_m$ = konstant vergrößert, so wächst der Strom J, und zwar wie die Experimente ergaben, etwa nach der Gleichung

$$J = i e^{k\delta} \qquad (3)$$

(i und k sind Konstante. i entspricht dem Sättigungsstrom und k der von einem Ion pro Weglängeeinheit erzeugten Ionenzahl.) Diese letzte Beziehung führt uns zu der Annahme der Möglichkeit der Stoßionisation in dielektrischen Flüssigkeiten bei hohen Feldstärken.

Die Ionisierungszahl k der Flüssigkeit bei $\mathfrak{E}_m = 30 \dfrac{kV}{c_m}$ errechnet sich etwa zu $k = 1-3$ pro Zentimeter. Die Zahl der von einem Ion auf der Strecke 1 cm erzeugten

Ionen ist in Flüssigkeiten bedeutend geringer als in Gasen. k hat sich von der Natur der Flüssigkeit und von der mittleren Feldstärke abhängig erwiesen. Aus dem Verlauf $k = k(E_m)$ kann man die mittlere Feldstärke ermitteln, bei der die Ionen gerade die Fähigkeit erhalten, ionisierend zu wirken (mittlere Ionisierungsfeldstärke E_{mi}). Sie ergab der Größenordnung nach etwa

$$\mathfrak{E}_{mi} = 14 \text{ bis } 20 \frac{kV}{c_m}.$$

Die Gleichung (3) gibt in logarithmischer Darstellung eine Gerade. Die Neigung der Kurve stellt k dar. Dieser geradlinige Verlauf ist nicht immer vorhanden. Die Experimente haben ergeben, daß in einigen Flüssigkeiten die Neigung der Kurven mit wachsender Elektrodenentfernung abnimmt und sich einem konstanten Wert zu nähern scheint.

München, Elektrophysikalisches Laboratorium der Technischen Hochschule, Januar 1931. A. Nikuradse.

Besprechungen.

OSBORN, HENRY FAIRFIELD, **Ursprung und Entwicklung des Lebens.** Stuttgart: E. Schweizerbartsche Buchhandlung 1930. XXXVIII, 328 S. und 135 Abbild. 15×22 cm. Preis geh. RM 19.—, geb. RM 20.—.

Der Grundzug des Buches ist weniger der wirkliche Versuch als die Forderung, den Organismus in erster Linie als Kampfplatz von Energie und Materie und erst von hier aus als Form zu betrachten, das Leben einmal ganz unter der leitenden Frage nach dem Energiewechsel zu erforschen und von dieser Seite her auch seinen Ursprung und seine Entwicklung besser verstehen zu lernen. Als Wirkung und Gegenwirkung (im Newtonschen Sinn) soll der organismische Energiewechsel erfaßt, unter dem nicht ganz klaren Begriff der Zwischenwirkung die Koordination von Wirkung und Gegenwirkung, ihr Nebenprodukt physiko-chemischer Natur verstanden werden (Katalyse, Hormone), das den Organismus erst zu einem Ganzen, zu einem Individuum macht und ihn von der übrigen Natur nur darin, durch neue Arten der Wirkung, nicht durch neue chemische Elemente oder sonst unbekannte Energieformen, unterscheidet. Irdische Umwelt, der Organismus selbst, das Erbchromatin und die lebende Umwelt bedingen als vier Komplexe von Energie in ihrer Wirkung, Zwischenwirkung, Gegenwirkung das Leben und seine Entwicklung („tetrakinetische Theorie"). So muß sich auch die Geschichte des Lebens auf der Erde, von der der alte Meister der amerikanischen Paläontologie ausgeht, noch einmal schreiben lassen in den Begriffen der unsichtbaren Energie; eine vergleichende Anatomie des Universums soll den Grund dazu legen, uns über die ersten physikalischen Zustände der Erde, ihre Weiterentwicklung bis zum Erscheinen des Lebens aufklären, dessen vermutliche erste energetische Beschaffenheit ebenso verständlich machen wie die weitere Entwicklung von Bakterien, Algen und Pflanzen, von Protoplasma und Chromatin. Der ganze erste Teil des Buches („Die Anpassung der Energie") ist solchen Hypothesen gewidmet. — Es ist eine *große* Linie, die hier gezogen wird mit der klaren Anerkennung der Notwendigkeit, das Leben wirklich folgerichtig bis zu Ende *als* Energie zu untersuchen und zu deuten. Wenn dies auch in letzter Linie vielleicht nur auf eine Beschreibung der Lebenserscheinungen in einer anderen Sprache, nicht, wie der Verf. zu hoffen scheint, auf ein Erfassen des Wesens hinauslaufen kann, so ist doch der Gedanke hier umfassender ausgesprochen, als ihn die Physiologie, deren Sache seine nächstliegende Durchführung ist, auch nur als Verantwortung anerkennt. Und der Größe der Linie in Osborns Buch entspricht schon weniger eine Paradoxie als fast eine Tragik, daß gerade die Paläontologie sie zieht, die nichts, grundsätzlich gar nichts zu ihrem wirklichen Ausbau tun kann. Denn sie ist ja doch immer nur auf die *Deutung* von Merkzeichen *abgelaufener* Energieprozesse angewiesen, und sie kann sie nur deuten, wenn andere Wissenschaften auf „aktualistischen" Wegen die Probleme lösen und ihr die Lösung als fertigen Schlüssel in die Hand geben. Es ist kein Zufall, daß gerade von paläo*biologischer* Seite her ein Versuch angebahnt wird, der in seiner Frische und Kühnheit eine durchaus nicht „tragische" Auffassung dieser Lage zur Voraussetzung hat. Ist ja doch auch die Paläobiologie, deren Ergebnisse im zweiten Teil des Buches („Die Entwicklung der tierischen Form") entscheidend verwertet sind, eine der Wissenschaften, die nur in einer Anwendung von durch fremde Hand geformten Schlüsseln überhaupt besteht. So kann denn auch der Grundgedanke der Energieentwicklung in diesem sachlich paläontologischen Teil nur in zweiter Linie mitsprechen. In diesem (*vorbildlich illustrierten!*) Abschnitt wird unter bemerkenswert klarer Voraussetzung des Unterschiedes zwischen der sichtbaren und der unsichtbaren, der Keimplasma- und der Merkmalsentwicklung die Geschichte des präkambrischen und des kambrischen Lebens und vor allem der Wirbeltiere dargestellt. Die Kernfrage nach den Ursachen der Entwicklung aber ist in den *biologischen* Formulierungen des Darwinismus (als zentrifugaler „Wirkung", vom Keim zum Soma) und des Lamarckismus (zentripetale „Wirkung" vom Soma zum Keim) erörtert, und weder die Übersetzung der Begriffe noch die tetrakinetische Theorie mit ihrem Einschluß aller Unbekannten in die Formel vermögen hier — sei es auch nur im Sinne eines heuristischen Prinzips — die Hoffnung auf eine Lösung anzubahnen. Darwinismus wie Lamarckismus werden als *die* Lösung beide abgelehnt — die Grundeinstellung zur Geschichte der Tiere ist mit ihren Begriffen der Kontinuität und der Anpassung dennoch durchaus lamarckistisch. Das erkenntnistheoretische Problem der Erforschung wirklicher Stammesgeschichte, an dessen Lösung schließlich überhaupt die Anerkennung der angeführten Entwicklungsreihen hängt, ist nicht berührt.

Es ist wohl spürbar, daß das Buch schon 1917 geschrieben ist. Osborn wurzelt — selbstverständlich — ganz in der wissenschaftlichen Periode, in der er aufgewachsen ist und die er, soweit sie Paläontologie war, zu einem entscheidenden Teil selbst geschaffen hat. Heute sehen wir manches schon anders, und vieles, was ihm als sicheres Fundament diente, ist im Begriff, wieder Problem zu werden (Vererbungswissenschaft und Paläontologie, siehe den gemeinsamen Kongreß der beiden in Tübingen 1929!). Zeitlos aber ist an Osborns Buch die große Zusammenschau des Nichtlebendigen und des Lebendigen auf unserer Erde, seiner Vergangenheit und seiner Gegenwart; nicht eigentlich über bestimmtes Einzelnes sich unterrichten, sondern eben dieses Bekenntnis, diesen Grundriß eines umfassenden Weltbildes erleben kann der Leser des Buches, dem nichts Ähnliches in der neueren Literatur zur Seite steht.

Robert Wetzel, Würzburg.

KRETSCHMER, ERNST, **Geniale Menschen.** Berlin: Julius Springer 1929. 253 S. 16×24 cm. Preis geb. RM 15.—. (Die zweite wenig verbesserte Auflage ist bereits Anfang dieses Jahres erschienen.)

Wenn sich ein von der naturwissenschaftlichen Seite

herkommender Psychologe das Thema des Genies zum Gegenstand der Betrachtung wählt, so hat er es methodologisch schwer. Der Begriff des Genies ist alles andere als naturwissenschaftlich, ja, er gehört nicht einmal in den Bereich jener Psychologie, die von dort ihren Ausgang nimmt. Wenn daraus KRETSCHMER die Folgerung zieht, einer Untersuchung über das Wesen des Genies aus dem Wege zu gehen und „geniale Menschen" als schlechtweg gegeben hinzunehmen, so handelt er durchaus konsequent. Freilich ist man als Leser nicht nur Naturwissenschaftler, sondern auch wertender Kulturangehöriger, und als solcher ist man peinlich berührt, HEINRICH SEIDEL neben STIFTER, BERTHOLD AUERBACH bei LUTHER, THEODOR KÖRNER bei SCHILLER zu finden, ganz abgesehen davon, daß es einem wenig einleuchten will, GREGOR MENDEL, BROWN-SÉQUARD, W. ALEXIS, HERMANN KURZ usw. unter die genialen Menschen eingereiht zu sehen. Auch manche Einteilung der — übrigens technisch recht unvollkommenen — beigegebenen Porträtsammlung, z. B. in Realisten und Humoristen, oder gar in Romantiker und Stilkünstler, kann höhere Ansprüche nicht befriedigen.

Was sagt nun KRETSCHMER aber sachlich von dieser bunten Sammlung von Köpfen aus? Etwas literarisierend teilt der Verfasser seine Kapitel in zwei Hauptabschnitte: „Gesetze" und „Bilder". Unter „Gesetze" handelt er von dem Dämonischen, von Trieb und Geist, der geprägten Form der Persönlichkeit, der Züchtung der Begabung, von Genie und Rasse. Man sucht freilich in diesen Kapiteln vergeblich „Gesetze", vielmehr bringt KRETSCHMER eine große Zahl von persönlichen Werturteilen und Behauptungen, die nicht nur meist ganz unverbindlich, sondern oft auch unklar formuliert erscheinen. Sein Entartungs-, sein Psychopathiebegriff wird nicht klar. Wenn er Gesundheit mit dem Satz definiert, „daß man im Gleichgewicht ist und sich wohl fühlt", wenn er das Daimonion mit Dämonisches übersetzt, wenn er von „Auflockerung der Denkbahnen" spricht, so deutet er wohl selbst darauf hin, daß er sich nicht an Wissenschaftler wendet, sondern einen Kreis von Laien als Leser erwartet. So gesehen, wird es begreiflich erscheinen, daß es sehr schwer ist, diese bunten Essays zu referieren. Immerhin sei bei der Wichtigkeit des Themas ein Kapitel herausgegriffen, um die Wesensart des Werkes deutlich zu machen. KRETSCHMER baut beim Thema *„Genie und Rasse"* auf den gegenseitigen althergebrachten Urteilen der einzelnen Volksstämme übereinander auf. Er bespricht die Gemütlichkeit des Süddeutschen, den französischen Kleinrentner, die heitere Lebhaftigkeit des Österreichers usw. in populärer Weise, fügt seine Erfahrungen aus schwäbischem und hessischem Lebenskreis hinzu und legt dabei sowohl hinsichtlich der Charakterbezeichnungen wie des Körperbaus naturgemäß jenen Schematismus zugrunde, den er zuerst in seinem vielgelesenen, in vielen Auflagen erschienenen Buche, „Körperbau und Charakter", festgelegt hat. Wenn er sich nun spezieller dem Problem „Genie und Rasse" zuwendet, so untersucht er hier nicht einzelne Genies, die er dann den modernen Formen der nordischen, alpinen, mediterranen usw. Rasse körperbaumäßig zuweist, sondern er verteilt Kulturhöchstleistungen (z. B. Religion, Architektur) und Persönlichkeiten auf die Landkarte. Da nun die genannten Formen der Rassen ebenfalls ihre bestimmten Verteilungsgebiete haben, untersucht KRETSCHMER, inwieweit sich beide decken. Dabei ergibt sich ihm die Bedeutung der *Rassenmischung*, speziell in Mitteleuropa die des alpinen und nordischen Typus. Demgegenüber schätzt KRETSCHMER die Bedeutung der Sprachgemeinschaften und Verkehrsbeziehungen relativ gering ein. Geophysische und soziologische Momente werden von ihm nur gestreift. Bei der Verteilung der Genies liegt ein Zentrum der Philosophen und tragischen Dramatiker im Nordstreifen der nordisch-alpinen Zentralzone mit einer Exklave im Schwäbischen; die malerische Begabung der Südzone hat eine Exklave in Flandern. Die drei Landschaften größter Geniedichter sind Sachsen, Schwaben und die Niederlande. Die musikalischen Genies verteilen sich im wesentlichen auf Sachsen-Thüringen und Österreich.

Die Essays des zweiten Abschnittes des Buches betreffen die seelische Periodik, den Lebenskünstler, Geschlecht und Pubertät, die Lebenskurven, den Forscher, den Helden und Herrenmenschen, Propheten und Inspiration und Verehrung.

Wie oben vom Inhalt des Buches gesagt wurde, daß er sich unbeschwert durch Nachweise und dergleichen an einen weiteren Kreis wendet, so gilt das auch von der Form der KRETSCHMERschen Darlegungen. Ausdrücke wie „Psychopathie als Einlaßkarte zum Parnaß", „gesunde Plattköpfigkeit", „allgemein menschliche Resonanz der schmerzsüchtigen Triebe", FICHTE hatte das Zeug zu einem Robespierre in sich: erweisen wohl die feuilletonistische Haltung des Buches zur Genüge. Nicht dem Wissenschaftler, wohl aber manchem Laien wird es eine angenehme Anregung bringen. H. GRUHLE, Heidelberg.

ZIEHEN, TH., **Die Grundlagen der Charakterologie.** Langensalza: Herm. Beyer u. Söhne 1930. VIII, 372 S. Preis RM 9.—.

ZIEHEN versteht unter Charakter den Inbegriff der relativ konstanten allgemeinen Gefühls- und Willensreaktionen eines einzelnen Individuums. Der Charakter sei durch endogene (hauptsächlich die Vererbung) und exogene Faktoren bedingt. Schon aus dieser Annahme geht hervor, daß Z. nicht auf eine Grundstruktur hinaus will, die dem Menschen eingeboren (keineswegs immer ererbt) ist und durch äußere Einflüsse freilich in ihrer Erscheinungsweise beeinflußt werden kann, sondern für ihn ist Charakter eben nur die jeweils schlechtweg vorhandene Reaktionsbereitschaft. In einer kurzen Darlegung der Vererbungslehre schließt sich Z. älteren Anschauungen an. Bei den exogenen Faktoren glaubt Z. daran, daß Vergiftungen der schwangeren Mutter den Charakter des Kindes ändern können, ja selbst dem Geburtsakt schreibt er möglicherweise einen Einfluß auf die Charakterbildung zu. Er bespricht dann die Wirkung von Schädelunfällen, Rauschgiften, Infektionskrankheiten, zieht die größere und geringere sexuelle Erregbarkeit mit in diese Betrachtungen ein und erörtert in populärer Form die Einflüsse der Erziehung, des Alters, des Geschlechtes. In der Körperbaufrage schließt er sich mit einigen Einschränkungen KRETSCHMER an. KLAGES' Bedeutung wird Z. nicht gerecht. Er versucht selbst eine charakterologische Merkmalstafel, verzichtet auf eine Aufstellung von Typen, bringt zur altmodischen Temperamentslehre nichts Wesentliches bei und erörtert das Verbrecherproblem. Auch von Rassen, vom prähistorischen Menschen, von zahlreichen biologischen Parallelen, von den Untersuchungsmethoden, vom Theater, Kino, von Schundliteratur, von Neurasthenie und Psychopathie ist die Rede. Zum Schluß folgen etliche charakterologische Beispiele. So erweist sich Z.s Buch als außerordentlich reichhaltig; er berücksichtigt auch manche, allerdings seltsam ausgewählte Literatur bis in die neueste Zeit. Aber er geht an allen wirklich neuen Problemen auf dem Gebiet der Kriminalpsychologie, der allgemeinen Psychologie und speziell der Charakterologie mit

Stillschweigen oder mit scheltenden Worten vorbei. ZIEHENS Generalstandpunkt ist etwa 50 Jahre alt.

H. GRUHLE, Heidelberg.

REIJNDERS, F. M., **Die Psychologie der Biologen.** Versuch einer Einteilung der wissenschaftlichen Charaktertypen im allgemeinen. (Auf Grund einer Enquete.) Haag: M. Nijhoff 1929. VIII, 208 S. 16×25 cm. Preis RM 7.—.

Es wird wohl manchem Leser dieses Buches gehen wie dem Rezensenten: der Inhalt entspricht kaum den durch den Titel geweckten Erwartungen. Das bearbeitete Material sind 112 Fragebeantwortungen von 126 Studierenden beiderlei Geschlechts, die in der Vorbildung auf das höhere Lehramt in den biologischen Naturwissenschaften stehen. Die Bearbeitung besteht in der Verteilung der 126 Referenten auf einige, recht allgemein gefaßte charakterologische Typen, wie „analytisch" und „synthetisch", mit „theoretischen" und mit „ästhetischen" Neigungen, schließlich auch „zufällige Biologen" mit zwei Unterabteilungen. Diese Typen werden aus den Fragebeantwortungen in Gruppen ausgesondert, die psychologischen Kriterien jeder Gruppe prozentual festgelegt, wobei die Gruppen zum Teil sehr klein sind, und somit die Einteilung für bestätigt erklärt. Rezensent kann nicht sagen, daß er dabei überraschende Besonderheiten der Seelenverfassung des Biologen erfahren hätte, wenn anders man junge Leute, die sich mehr oder weniger für Biologie interessieren, schon Biologen nennen will.

R. EHRENBERG, Göttingen.

v. BERTALANFFY, LUDWIG, **Lebenswissenschaft und Bildung.** Veröffentlichungen der Akademie gemeinnütziger Wissenschaften zu Erfurt, Nr. 22. Erfurt: Kurt Stenger 1930. 81 S. 16×23 cm. Preis RM 3.50.

Die kleine Schrift des bekannten biologischen Theoretikers unternimmt recht viel auf einmal: Kritik der bisherigen biologischen Theoriensysteme, Programm der künftigen, noch zu schaffenden theoretischen Biologie, Darstellung der Rolle der theoretischen Biologie im geistigen und sozialen Leben, Programm und detaillierte Entwürfe des theoretisch-biologischen Unterrichts in den Schulen der verschiedenen Stufen. Verfasser ist sich selbst klar darüber, daß all diese verschiedenartigen Dinge auf 80 Seiten nicht so abgehandelt werden können, daß sich eine Diskussion im einzelnen daran anschließen könnte. Die Schrift ist wohl mehr als ein Prolegomenon zu ausführlicheren Darstellungen und als — sehr berechtigte — Propaganda für eine stärkere Berücksichtigung des biologischen Denkens in allen Bildungssphären zu betrachten. Es soll deswegen an Hand dieser Schrift nicht in eine Erörterung über das Problem der theoretischen Biologie eingetreten werden, zumal Rezensent sich in dieser Zeitschrift dazu schon früher ausführlich geäußert hat. Nur eine persönliche Feststellung sei mir gestattet: in einer Abhandlung, die in der rezensierten Schrift zitiert wird, formuliert v. BERTALANFFY ein Gesetz: „Die organische Gestalt strebt nach einem Maximum von Gestaltetheit" und gibt an, daß es in erster Andeutung von SAPPER bei einer Kritik meiner „Theoretischen Biologie" aufgestellt worden sei. Wenn er mein Buch daraufhin nochmals ansieht, wird er feststellen, daß es ein Kernstück meiner biologischen Theorie ist.

R. EHRENBERG, Göttingen.

Westfälische Lebensbilder. Im Auftrage der Historischen Kommission des Provinzialinstituts für westfälische Landes- und Volkskunde, herausgegeben von ALOYS BÖMER und OTTO LEUNENSCHLOSS. Hauptreihe Band 1 (3 Hefte). Münster i. W.: Aschendorffsche Verlagsbuchhandlung 1930. VI, 476 S. und 18 Kunstdrucktafeln. 16×24 cm. Preis je Heft geh. RM 5.—, geb. RM 6.50.

Als Goethe im Jahre 1822 in seinen Heften „Zur Naturwissenschaft überhaupt" seinen Landsleuten die Wolkenstudien des Engländers Luke Howard, die er bekanntlich mit wahrer Begeisterung aufgenommen hatte, mitteilte, hielt er es für nötig, eine ausführliche Lebensskizze des bis dahin in Deutschland wenig beachteten Verfassers beizugeben. Es sei wichtig, fügte er hinzu, wenn man die Leistungen eines Forschers verstehen wolle, zu wissen, „wie ein solcher Geist sich ausgebildet, welche Gelegenheit, welche Umstände ihn auf Pfade geführt, die Natur natürlich anzuschauen, sich ihr zu ergeben, ihre Gesetze zu erkennen und ihr solche naturmenschlich wieder vorzuschreiben". Ähnliches über den Wert biographischer Darstellungen — und zwar nicht nur für die Naturwissenschaften, sondern für sämtliche Kulturgebiete — hat Goethe auch sonst mehrfach ausgesprochen. Die Verfasser derartiger Veröffentlichungen wären also berechtigt, sich auf den größten geistigen Führer unseres Volkes zu berufen. Tatsache ist jedenfalls, daß biographische Schriftwerke seit den Tagen Goethes in immer steigendem Maße erschienen sind.

Eine Neuerung auf diesem Gebiete sind Sammelwerke, die im Gegensatz zu der allgemein bekannten sechsundfünfzigbändigen „Allgemeinen Deutschen Biographie" sich auf einzelne deutsche Landesteile beschränken. Solche sind für Baden, Hessen, Franken, Sachsen, Schlesien und Anhalt bereits im Erscheinen begriffen. Zu ihnen sollen nunmehr „Westfälische Lebensbilder" treten, und zwar laut Ankündigung in einer Hauptreihe allgemeinen Charakters und einer speziell der rheinisch-westfälischen Wirtschaft gewidmeten Sonderreihe. Vorläufig liegt nur Bd. 1 der Hauptreihe vor. Er enthält die Biographien von 26 nicht mehr am Leben befindlichen Persönlichkeiten, die allen möglichen Tätigkeitsgebieten und sehr verschiedenen Zeiten angehören. Die Verfasser der einzelnen Skizzen sind Fachleute. Es ist anzuerkennen, daß sie sämtlich ihren Stoff in allgemein-verständlicher und geschmackvoller Art behandelt haben und daß sie — soweit Referent dies beurteilen kann — alle Anforderungen wissenschaftlicher Zuverlässigkeit erfüllen. Unter den besprochenen Persönlichkeiten beanspruchen allgemeinstes Interesse die große westfälische Dichterin Annette von Droste-Hülshoff und neben ihr der wegen seines Einflusses auf das Geistesleben seiner Zeit, zumal auf Herder und Goethe, gerade in der Gegenwart wieder vielgenannte Johann Georg Hamann, der „Magus des Nordens", der allerdings nur einen sehr kleinen Teil seines Lebens in Westfalen zugebracht hat. Von den übrigen Lebensbildern des vorliegenden Bandes behandeln drei — und zwar unter Beigabe guter Bildnisse — Naturforscher, nämlich den Astronomen und mathematischen Didaktiker EDUARD HEIS, den Physiker WILHELM HITTORF und den Physiologen LEONARD LANDOIS. Auf die von GERHARD C. SCHMIDT, den gegenwärtigen Vertreter der Physik an der Universität Münster, verfaßte Biographie HITTORFS sei besonders hingewiesen. Sie zeigt, wie der lange verkannte Entdecker und Erforscher der Kathodenstrahlen um die Mitte des vorigen Jahrhunderts an der damals noch nicht zur Volluniversität erhobenen Akademie den physikalischen und chemischen Unterricht begründet hat und unter welch schwierigen Verhältnissen seine epochemachenden Arbeiten entstanden sind.

JULIUS SCHIFF, Breslau.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

In der Sitzung am 11. Oktober 1930 berichtete Prof. Dr. G. O. DYHRENFURTH, Breslau, über die **Internationale Himalaya-Expedition.** Er schilderte den Plan einer Himalaya-Expedition als seinen Jugendtraum, der dann seine ganze Entwicklung zum Bergsteiger und Alpengeologen bestimmt hat, der 1914 kurz vor der Verwirklichung durch die weltgeschichtlichen Ereignisse zunichte gemacht wurde, bis er endlich jetzt nach 30 Jahren der Vorbereitung und des Wartens zur Ausführung kam. Die aus deutschen, schweizerischen und englischen Teilnehmern zusammengesetzte Expedition gelangte von dem Ausgangspunkt Darjeeling in 20tägigem, äußerst mühsamem Marsch, auf welchem zahlreiche tief eingeschnittene Quelltäler der Tista und des Arun und der über 5000 m hohe Kangla (Schneepaß) mit Hunderten von Trägern zu überschreiten waren, zu dem in 5200 m Höhe gelegenen Basislager an der Nordwestseite des Kangchendzönga. Von hier wurden die durch die Presse bereits bekanntgewordenen beiden vergeblichen Besteigungsversuche gemacht. Sie scheiterten an den unerhörten Schwierigkeiten der 1500—2000 m hohen, von ständigen Eislawinenfällen heimgesuchten Steilmauer des Kangchendzönga-sockels und dem dort ewig herrschenden Sturm. Statt neuer aussichtsloser Versuche wurde darauf die ganze Kangchendzönga-Gruppe in großem nördlich und östlich herumführenden Bogen umkreist. Dabei gelang es, den 7459 m messenden Jongsong Peak zu besteigen. Zum Schluß ging es auf der Südseite des Kangchendzönga nach Darjeeling zurück.

Die wissenschaftlichen Ergebnisse bestehen erstens in einer von dem Schweizer Topographen MARCEL KURZ aufgenommenen Karte 1 : 100000 der ganzen Kangchendzönga-Gruppe, welche hoffentlich bald wird publiziert werden können.

Von seinen eigenen geologischen Untersuchungen hob DYHRENFURTH vor allem folgendes hervor: Der Kangchendzönga bildet seiner Meinung nach ein autochthones nur wenig nach Süden auf jüngere Schiefer überfaltetes Gneismassiv. Auf dem Gipfel des weiter nördlich gelegenen Jongsong Peak fanden sich jedoch bemerkenswerterweise mesozoische Kalke, welche in verkehrter Lagerung, auf einer großartigen Gleitfläche aufruhen. Die Verhältnisse ähneln denen am Mount Everest und lassen, wie dort, auf Überfaltung von Norden her schließen.

Die heutigen Formen des Gebirges sind vom geologischen Bau in hohem Maße unabhängig. Die zahlreichen gewaltigen Durchbruchstäler vom Indus bis zum Brahmaputra mußten schon seit langem als antezedent, der Himalaya somit als Ergebnis junger intensiver Hebung aufgefaßt werden. D. faßte das Problem der inselartig über die bei 6500—6900 m Höhe liegende Gipfelflur des Himalaya aufragenden Bergriesen der Mount Everest- und Kangchendzönga-Gruppe ins Auge. Er ist der Meinung, daß hier selbständige Zentren besonders starker Emporhebung vorliegen.

Der Vortragende machte außerdem einige Mitteilungen über die vom Expeditionsarzt Dr. RICHTER ausgeführten höhenphysiologischen Beobachtungen. Zur Anpassung an den Aufenthalt in über 5000 m Höhe sucht der Organismus die Zahl der roten Blutkörperchen stark zu vermehren, schließlich etwa zu verdoppeln, beim jüngeren Menschen schneller als beim älteren. Es wurde versucht, diese Anpassung durch Gaben von Leberpräparaten zu beschleunigen. Die Atemnot äußert sich in einem quälenden „Höhenhusten", der sich bis zu Erstickungsanfällen steigert. Sie erfordert beim Steigen in den großen Höhen eine forcierte Atmung mit 2—3 Atemzügen pro Schritt. Künstlicher Sauerstoff wurde nur in bescheidenem Umfang verwendet. Er ermöglichte dem Vortragenden, das bei 7000 m Höhe auf 150 m pro Stunde gesunkene Steigungsvermögen wieder auf 250 m pro Stunde zu bringen.

Schöne photographische Aufnahmen, die den Vortrag wirksam unterstützten, und ein demnächst zu veröffentlichender Film konnten ebenfalls heimgebracht werden. H. LOUIS.

In der Sitzung vom 8. November 1930 hielt Prof. Dr. A. THIENEMANN, Plön (Holstein), einen Vortrag: **Die Deutsche Limnologische Sunda-Expedition 1928 bis 1929.** Die wissenschaftliche Seenkunde hat ihre Arbeitsmethoden und ihren Inhalt wesentlich im gemäßigten Klimagebiet gewonnen. Beobachtungen an tropischen Binnengewässern, die zum Ausbau der Limnologie dringend gefordert werden mußten, fehlten bisher fast ganz. Es war daher eine Expedition in das echt tropische, dabei hochkultivierte Gebiet Niederländisch-Indiens besonders erfolgversprechend. THIENEMANN hielt sich mit seinen Mitarbeitern 11 Monate auf Bali, Java und Sumatra auf. Seine Studien bedeuten einen wesentlichen Fortschritt. In allen untersuchten Seen zeigte sich, daß nicht nur eine deutliche Sprungschicht vorhanden ist, sondern überhaupt eine Schichtung sämtlicher Elemente wahrgenommen werden kann. Dabei ist nicht die Tiefe, sondern die Größe der Seen ausschlaggebend. Die Wärme des Wassers hat einen großen Einfluß auf die Schnelligkeit der Generationsfolgen. Ein 3 Monate alter Karpfen in einem Reisfeld hat bereits die Größe eines einjährigen Karpfens in mitteleuropäischen Gewässern. Schnellfließende Gewässer zeigen eine ähnliche regionale Gliederung wie in Mitteleuropa, nur daß Lachse, Barben, Schleien durch andere Formen, oft mit Saugnäpfen, vertreten werden. Der Artenreichtum ist außerordentlich groß und schon in 500 m Meereshöhe treten bereits ganz marine Formen auf. Die bei uns nur im Meer lebenden Borstenwürmer kommen dort sogar in wassererfüllten Blattachsen vor. Selbst Kokosschalen und Bambusdiaphragmen bergen ihre eigene Süßwasserfauna. An heißen Wasserfällen wurden Insektenlarven noch in 51° lebend beobachtet. Im Umkreis des Tobasees auf Sumatra wurden Kieselgurablagerungen bis 300 m über dem heutigen Seespiegel festgestellt. Sie liegen in Wechsellagerung mit vulkanischen Bildungen, zeigen aber fast die gleichen Formen, wie sie im heutigen Tobasee noch leben. Da man die alten vulkanischen Ablagerungen über dem Tobasee als tertiär ansprechen kann, beweisen die Kieselgurbildungen eine hohe Konstanz der Bildungsbedingungen seit dem Tertiär. Die Beobachtungen der Expedition haben neben diesen wichtigen ersten Ergebnissen eine große Anzahl von Fragen nicht nur aufgerollt, sondern auch die Möglichkeiten aufgezeigt, wo die Forschung künftig anzusetzen hat.

In der Sitzung vom 6. Dezember 1930 hielt Privatdozent Dr. WOLFGANG PANZER, Berlin, einen Vortrag: **Die Mohave-Wüste und das Todestal im südöstlichen Kalifornien.** Durch die Lage in einer periodisch trockenen Zone und durch den starken Abschluß gegen den Ozean (südliche Sierra Nevada bis 4400 m hoch, San Bernardino-Kette über 3000 m) empfängt die Mohavewüste nur sehr geringe und unregelmäßige Niederschläge. Im Westen fallen wohl noch über 100 mm (Mojave 123, Barstow 105 mm), im Todestal aber wurden im Mittel nur 42 mm gemessen und selbst

Mojave hat schon einmal nur 6 mm in einem Jahre erhalten. Trotzdem ist die Pflanzenwelt keineswegs sehr spärlich. Der Creosotbusch (Covillea tridentata) kommt in mannshohen, wenn auch weitabständigen Büschen vor, eine Cholla genannte Opuntienart mit Widerhakenstacheln ist recht verbreitet und die Vegetation verschwindet völlig eigentlich nur auf den großen Playas (Salztonpfannen). Im Frühjahr steht die Wüste geradezu in Blüte. Der Grund für den Pflanzenreichtum ist wohl darin zu suchen, daß immer wieder recht hohe Gebirgszüge die einzelnen abflußlosen Becken trennen und die gelegentlichen reichen Niederschläge, die sie empfangen, in Form von Schichtfluten in die Becken schicken. Gewaltige Schuttkegel führen von oft steilen Bergflanken aus Graniten, alten Schiefern und jungvulkanischen Gesteinen zu den Playas, oft aber ist der Schuttkegelschutt nur die dünne Bedeckung einer konkav gewölbten Abtragungsfläche höchst fragwürdiger Entstehung. Ganz junge vulkanische Tätigkeit äußert sich in schwarzen windgeschliffenen Lavaströmen, die von wohlerhaltenen Kraterbergen ausgehen und ihrerseits die Schuttkegel überdecken. Wohl gleichaltrige Verwerfungen haben die steilen Bruchstufen geschaffen, wie sie am Ostrand der Sierra Navada im Owens Valley, Panamint Valley und im Todestal so eindrucksvoll entwickelt sind. Dieser Grabenbruchnatur, mit dem Boden mehr als 100 m unter dem Meeresspiegel, verdankt das Todestal seine außergewöhnlich hohe Sommertemperatur, die schon einmal 58° erreicht hat. Die in den Salzpfannen abgebauten Boraxvorräte führten zur Entdeckung der wertvollen Boraxlager im anstehenden Gestein, wie sie jetzt bei Ryan östlich des Todestales und unweit Kramer im Herzen der Mohavewüste abgebaut werden. Dort ist Barstow als Verkehrsknotenpunkt entstanden. Gute Straßen machen die Wüste heute zugänglich, die Bewässerungskulturen beschränken sich aber auf den Nordrand der besser beregneten San Bernardino-Kette und werden in der Wüste kaum je größere Bedeutung erlangen können.

In der Fachsitzung vom 16. Dezember 1930 sprach Prof. Dr. Wiese, Leningrad, über: **Die ozeanographischen Ergebnisse der Expeditionen des sowjetrussischen Eisbrechers „Sedow" in den Jahren 1929 und 1930.** Das Arktische Institut in Leningrad unternahm in den Sommern 1929 und 1930 auf dem etwa 2000 t großen Eisbrecher „Sedow" Forschungsfahrten in den arktischen Gewässern und Inselgebieten der Sowjetunion, deren Beobachtungen eine sehr wertvolle Ergänzung liefern zu den Beobachtungen der festen Stationen, die 1929 auf Franz Josephsland und 1930 auf einer neu entdeckten Insel des Nordlandes (Sewernaja Semlja, früher Nikolaus II.-Land) eingerichtet wurden. Die Fahrt von Franz Josephsland nach Südosten führte zur Entdeckung der Wiese-Insel, deren Bestehen Wiese schon vor 5 Jahren auf Grund von Eistriftbeobachtungen vermutet hatte. Sie ist ein ganz niedriges, etwa 30 km langes Eiland, das nach den Beobachtungen des Geologen Samoilowitsch aus paläozoischen Gesteinen besteht und zusammen mit den neuen Beobachtungen auf Nordland außerordentlich wichtige Aufschlüsse über die geologischen Zusammenhänge im Nordpolargebiet gibt. Die Fahrten im Karischen Meer, wie man den ganzen Raum zwischen Franz Josephsland (der alte Namen bleibt nun endgültig bestehen), Nordland und Nowaja Semlja nennen kann, wurden zur Legung ozeanographischer Profile benutzt, einem N—S-Schnitt von 82—79° N und einem W—E-Schnitt durch die ganze Breite der Karischen See im weiteren Sinne. Zu den Beobachtungen über die Eisverhältnisse, die von Jahr zu Jahr sehr starken Schwankungen unterworfen zu sein scheinen, kamen Serienlotungen, die überall unter dem kalten Polarwasser eine warme Zwischenschicht nachwiesen. Als Ausgangsgebiet dieses wärmeren Wassers konnte aus Temperatur und Salzgehaltsbestimmungen das Nordpolarbecken selbst ermittelt werden, das durch eine mehr als 500 m tiefe Rinne zwischen Nordland und Wiese-Insel ins Karische Meer geleitet wird. Bestimmungen der Alkalinität des Meerwassers und des Eises über dem Schelf des Karischen Meeres ergaben sehr interessante Beziehungen, die es ermöglichen, das Alter des Eises aus seiner Alkalinität zu bestimmen. Im mehrjährigen Eis ist der Alkalinitätskoeffizient mehr als tausendmal größer als im normalen Meerwasser. Die Fahrten der „Sedow", die trotz oft sehr schwieriger Eisverhältnisse einen großen Teil der Westseite des bisher fast unbekannten Nordlandes befuhr und viele neue Inseln entdeckte, haben gezeigt, wie aussichtsreich die Polarforschung von Bord eines kleinen aber kräftig gebauten Eisbrechers noch ist.

Wolfgang Panzer.

In der Sitzung am 3. Januar 1931 sprach Herr Dr. B. Plaetschke, Königsberg i. Pr., über **Reisen und Forschungen im nordöstlichen Kaukasus.** Der Vortragende berichtete zunächst kurz von der Transkaukasien-Unternehmung des deutschen Heeres im Sommer 1918, durch welche er mit seinem Forschungsgebiet zum ersten Male bekannt wurde. 1927/28 unternahm er dann eine Studienreise, die ihn vor allem nach Dagestan und Lesgestan auf der Nordabdachung des östlichen Kaukasus führte.

Die riesige Aufschüttungsebene am Nordfuße des Kaukasus hebt sich östlich Wladikawkas gegen den Gebirgsrand merklich empor und ist daher von den tief einschneidenden Gebirgsflüssen in eine Riedel- und Hügellandschaft aufgelöst worden. Südwärts ragen über dem Hügellande mächtige, kahle, leicht verkarstete Kalkstöcke auf, die in etwa 2000 m Höhe von weiten Verebnungsflächen überspannt werden. Tiefe, äußerst steilwandige Cañons fressen sich vom Rande her in diese Hochplateaus ein, welche das eigentliche Dagestan bilden. Weiter südwärts gegen den Hauptkamm hin in Lesgestan besteht das Gebirge aus alten Schiefern. Damit werden die Landschaftsformen völlig andere. Reich zerfurchte Hänge mittlerer Steilheit verschneiden sich in zahllosen Kämmen. Die höchsten von ihnen ragen über die Schneegrenze auf und tragen bescheidene Gletscher.

Die Kalkhochplateaus und das Schieferbergland weisen starke anthropogeographische Unterschiede auf. In dem zerschluchteten, schwer zugänglichen Plateaugebiet von Dagestan tritt die reiche noch ziemlich unberührte Kultur eines Bergvolkes entgegen. Kastenförmige Steinhäuser mit flachem Dach sind unter äußerster Raumausnutzung in zahllosen Stockwerken übereinander an die steilsten Hänge geklebt. Durch kunstreiche Terrassenkulturen wird hier stellenweise die für Hochgebirge erstaunlich hohe Volksdichte von 50 Einwohnern pro Quadratkilometer ermöglicht. Freilich müssen Hausgewerbe, unter denen die dagestanische Gold- und Silberschmiederei berühmt sind, helfen, den Lebensunterhalt zu decken. Anders ist das Siedlungsbild in dem durchgängigeren Schiefergebirge. Hier lebt eine an materieller Kultur ärmere Bauernbevölkerung in trotzigen Wehr- und Wohntürmen, die in vieler Beziehung an albanische und baskische Wehrbauten erinnern.

H. Louis.

In der Fachsitzung am 19. Januar 1931 berichtete Professor A. Defant, Berlin, über die **Forschungsreisen des „Meteor" in den isländisch-grönländischen Ge-**

wässern 1929—1930. Die Meeresforschung hat sich im Laufe der letzten Jahrzehnte immer mehr spezialisiert. Während früher weite Strecken der Ozeane in jahrelanger Fahrt von einem Schiff durchmessen und so gewissermaßen Itinerar-Aufnahmen gemacht wurden, beschränkte man sich später auf eine gründlichere, nach vorher festgesetztem Plan ausgeführte Untersuchung eines bestimmten Ozeans, wofür die große atlantische „Meteor"-Expedition der Jahre 1925—1927 ein typisches Beispiel liefert. Die neueste Phase der Entwicklung ist charakterisiert durch das Zusammenarbeiten mehrerer Schiffe, die ein kleines Meeresgebiet nach der synoptischen Methode zu verschiedenen Jahreszeiten durchforschen.

Mit Unterstützung der Reichsmarine, des Preußischen Ministeriums für Wissenschaft, Kunst und Volksbildung, der Preußischen Akademie der Wissenschaften, sowie der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft hat das Institut für Meereskunde an der Universität Berlin in den Sommermonaten der Jahre 1929 und 1930 in den Gewässern zwischen Island und dem südlichen Grönland 5 Profile senkrecht zur grönländischen Ostküste auf 58 Stationen hydrographisch untersucht.

Auf engem Raum begegnen sich hier zwei Wasserarten, deren verschiedener Ursprung sich insbesondere in den Differenzen der Temperatur, des Salzgehaltes, des Sauerstoffgehaltes, des Gehaltes an Nährstoffen, Pflanzen und Tieren deutlich ausprägt. Von Norden her dringt längs der grönländischen Ostküste das kalte mit Meeresschollen und Eisbergen vollgepackte Polarwasser in südlichere Breiten, und ihm fällt von Osten her das wärmere und salzreichere Wasser des Atlantischen Stromes in die Flanke, der als Fortsetzung des Golfstromes sich bis in das Becken des Nordpolarmeeres hinein nachweisen läßt.

An der Grenze der beiden Wasserarten kommt es zur Ausbildung einer ozeanischen Polarfront, wie der Vortragende nach Analogie der Verhältnisse in der Atmosphäre die Diskontinuität und Konvergenz des Meerwassers nennt, und er beschrieb nun weiter die Eigentümlichkeiten und die Fortentwicklung dieser Grenzfläche, ihre Ausbuchtungen, die Bildung von Wirbeln und Okklusionen, deren Dynamik aus der Meteorologie bekannt ist. Die ozeanische Polarfront setzt sich jenseits Islands nach Spitzbergen und bis in das Barentsmeer hinein fort. Auch auf der Südhemisphäre gibt es übrigens ähnliche ozeanische Polarfronten zwischen dem Brasil- und Falklandsstrom, sowie zwischen Westwinddrift der Südhemisphäre und antarktischem Strom.

Unter dem Kommando von Kapitän BENDER erweiterte der „Meteor" durch Echolotungen die bis dahin sehr lückenhafte Kenntnis von der Bodengestalt des Meeres. Es zeigte sich, daß der im Norden 200 km breite, nach Süden zu beträchtlich schmaler werdende Ostgrönlandstrom sich im wesentlichen auf den etwa 150 m tiefen Schelf beschränkt, gegen den ihn der von OSO vordrängende Irmingerstrom drückt. Während der Ostgrönlandstrom Temperaturen von 0—1°, 28—30‰ Salzgehalt, eine Dichte von 1,023, Nährstoffgehalt an Nitraten und Phosphaten etwa 15 mg pro Kubikmeter und etwa 100 Individuen von lebendem Plankton pro Kubikzentimeter aufweist, sind die entsprechenden Werte im Atlantischen Strom: Temperatur 11—13°, Salzgehalt 35‰, Dichte 1,027, Nährstoffgehalt etwa 15 mg pro Kubikmeter, 600—700, im Maximum 2400 Plankton-Individuen.

Die bei der sonstigen Verschiedenheit der beiden Wasserarten auffällige Gleichheit des Nährstoffgehaltes wird folgendermaßen erklärt. Der Ostgrönlandstrom ist wegen der Herkunft seines Wassers als Schmelzwasser von Hause aus nährstoffarm, während im atlantischen Wasser der Nährstoff durch die Plankton-Organismen verbraucht wurde. In der Polarfront dagegen, wo die Organismen wegen der schnellen Veränderung der Lebensbedingungen absterben und zudem aufsteigendes nährstoffreiches Tiefenwasser hinzukommt, findet sich ein Maximum an Nährstoffen.

Die Lotungen erwiesen, daß der Ostgrönlandschelf sehr schroff in Tiefen bis zu 2500—3000 m abstürzt. Als Fortsetzung der vulkanischen und von tektonischen Störungen durchsetzten Reykjanäs-Halbinsel erstreckt sich von Island nach Südwesten der submarine Reykjanäs-Rücken, von welchem bisher nur zwei Lotungen bekannt waren. Es zeigte sich, daß dieser Rücken aus zwei sehr schmalen parallelen Höhenzügen besteht, die in 53° Nord ohne Unterbrechung in die Mittelatlantische Schwelle übergehen, während man so lange an dieser Stelle eine Verbindung der Westatlantischen mit der Ostatlantischen Mulde angenommen hatte.

Als Ursache des Ostgrönlandstromes ist letzten Endes die Zirkulation in dem zentralen Nordpolarbecken anzusprechen, welche durch die weit nach Norden vorspringende Landmasse Grönlands gezwungen wird, einen Teil des Polarwassers nach Süden abzuzweigen. Gefördert wird dieser Vorgang dann noch durch den Wind, der aus der glazialen Antizyklone, welche über dem Inlandeise lagert, nach allen Seiten in radialer Richtung hinausweht und an der Ostseite durch die ablenkende Kraft der Erdrotation eine Umbiegung nach Süden erfährt. Diese grönländische Antizyklone ist als eines der wichtigsten Aktionszentren der Atmosphäre für die Witterungsverhältnisse in Europa von besonderer Bedeutung. O. BASCHIN.

Astronomische Mitteilungen.

Strahlung und Temperatur des Mondes. Die Strahlungs- und Temperaturverhältnisse des Mondes, die für die Beurteilung seiner Oberflächenbeschaffenheit ausschlaggebend sind, für die aber bisher nur wenig an Beobachtungen vorlag, sind neuerdings von PETTIT und NICHOLSON einer eingehenden Untersuchung unterworfen worden[1]. Sie haben dabei dieselbe Apparatur benutzt, mit der sie auch die Strahlung von Fixsternen und Planeten (s. z. B. Naturwiss. 13, 684) gemessen haben, nämlich ein Vakuum-Thermoelement mit einer Empfängerfläche von 0,62 qmm im Brennpunkt des großen Mount Wilson-Spiegels, der ein Mondbild von 12 cm Durchmesser liefert. Die beobachtete Strahlung des Mondes ist teilweise reflektiertes Sonnenlicht mit Wellenlängen zwischen 0,3 und 5 μ und zum anderen Teile Temperaturstrahlung der durch Absorption von Sonnenstrahlung erwärmten Mondoberfläche. Die Trennung der beiden Teile der Strahlung wird erzielt, indem man die Strahlung einmal ungehindert auf das Thermoelement fallen läßt, das andere Mal durch ein Mikroskop-Deckglas, das keine längeren Wellen als 8 μ durchläßt. Der Unterschied beider Beträge ist das von der Atmosphäre durchgelassene Strahlungsband zwischen 8 und 14 μ, aus dessen Intensität vermittelst des aus Laboratoriumsdaten entnommenen Transmissionskoeffizienten der Atmosphäre auf die Intensität der „planetarischen Wärme" und die ihr entsprechende

[1] Lunar Radiation and Temperatures. Astrophys. J. 71, 102.

Temperatur geschlossen wird. Als wichtigste Resultate der Untersuchung lassen sich die folgenden anführen: Der Punkt der Mondoberfläche, an dem die Sonnenstrahlen senkrecht einfallen (der subsolare Punkt) erreicht bei Vollmond (wenn er also mitten auf der Scheibe liegt) eine Temperatur von $+134°$ C. Daß sich seine Temperatur im ersten oder letzten Viertel (wenn er am Rande liegt) 49° niedriger ergibt, beruht wahrscheinlich darauf, daß die Rauheit der Oberfläche eine Verschiedenheit der Strahlung in verschiedenen Richtungen bewirkt. Eine weitere Folge der Oberflächenbeschaffenheit ist, daß sich die Wärmestrahlung bei Vollmond nicht entsprechend dem LOMMEL-SEELIGERschen Gesetze wie $E = a \cdot \cos \Theta$ über die Scheibe verteilt, sondern durch die Formel $E = a \cdot \cos^{3/2} \Theta$ dargestellt wird. Auch die *Reflexion* folgt nicht den Gesetzen von LAMBERT, LOMMEL-SEELIGER oder EULER, sondern, wie die Messung der von dem subsolaren Punkt an verschiedenen Stellen seiner Wanderung über die Oberfläche reflektierten Strahlung zeigt, einem komplizierteren Gesetze. Die radiometrische Albedo (Verhältnis der reflektierten zur empfangenen Strahlung) ergibt sich zu 0,09 (die Albedo für das mit dem Auge beobachtbare Licht ist 0,07). Sehr interessant sind die Messungen, die während einer totalen Finsternis an einem Punkte in der Nähe des Mondrandes gemacht worden sind. Die Temperatur sank im Halbschatten der Erde bis zum Beginn der Totalität von $+69°$ auf $-98°$ und während der Totalität weiter bis auf $-117°$ und stieg nach dem Ende der Totalität sehr plötzlich wieder bis zum Ausgangswerte an. Auch die Temperatur von Punkten auf der Nachtseite des Mondes ist gemessen worden; sie liegt bei etwa $-150°$, doch wird dieser Wert noch nicht als sehr sicher angesehen, da so niedrige Temperaturen sehr schwierig zu messen sind.

Phosphor in Sternatmosphären. Es war bisher noch nicht gelungen, in Sternspektren zum Phosphor gehörige Linien aufzufinden, obwohl das Element auf der Erde sehr reichlich vorkommt. Das neutrale Atom hat allerdings keine Linien im gewöhnlichen photographischen Teile des Spektrums. Das zweifach ionisierte Atom hat jedoch in diesem Gebiet 5 Linien, und nach den Ionisationspotentialen des Phosphors müßten sie in den heißeren B-Sternen am stärksten sein. Es ist jetzt O. STRUVE[1] gelungen, diese Linien in einem Stern vom Typus B2 zu messen. KR.

Zur Eros-Opposition von 1930/31. Vor einigen Wochen waren die Beobachtungen von Eros für die europäischen Sternwarten praktisch abgeschlossen, da die Erosbahn von Mitte Februar ab ganz in stark südlichen Deklinationen verläuft[2]. Das Beobachtungsergebnis an den europäischen Sternwarten ist, soweit Nachrichten vorliegen, recht dürftig.

Überraschenderweise wich die von G. WITT berechnete genaue Eros-Ephemeride stark von den Beobachtungen ab. Erst nach Anbringen einer empirischen Korrektion stimmte sie mit den Beobachtungen nahe überein. Die seit Monaten anhaltende Schlechtwetterperiode hat das Zustandekommen größerer zusammenhängender Beobachtungsreihen, wie sie für eine erfolgreiche Ausbeute notwendig sind, vereitelt. Beispielsweise hat die am Erosprogramm besonders stark interessierte Sternwarte *Babelsberg* seit November 1930 nur wenige klare Abende gehabt. Außereuropäischen Stationen (z. B. *Algier, La Plata, Zô-Sé*) ist größerer Erfolg beschieden gewesen. Hingegen hat die klimatisch so günstig gelegene Sternwarte in *Johannesburg* wegen ungewöhnlich ungünstiger Witterung nur geringe Erfolge gehabt.

Beobachtungen der Helligkeit von Eros haben folgende Resultate ergeben. Der Planet ist mehr als eine Größenklasse schwächer als vorausberechnet. Er zeigt einen Lichtwechsel, der dem in der Opposition 1900 bis 1901 sehr ähnlich ist. Die Periode beträgt $5^h\ 16^m$. Es treten Haupt- und Nebenminima auf. Die dazwischen liegenden Maxima folgen regelmäßig in Abständen der halben Periode von $2^h\ 38^m$. Die Nebenminima liegen unsymmetrisch und unregelmäßig zu den Hauptterscheinungen[1].

Die beiden Tatsachen, daß Ort und Helligkeit von Eros in der jetzigen Opposition stark von der Vorausberechnung abweichen, geben HARTMANN[2] Anlaß zu einem Erklärungsversuch der überraschenden Erscheinungen. Aus früheren Helligkeitsbeobachtungen hat man geschlossen, daß Eros ein sehr ungleichförmig gestalteter Körper ist. HARTMANN macht nun die Hypothese, daß, wenn Eros etwa die Gestalt einer riesigen Felsnadel gehabt habe, diese unter dem Einfluß der durch Lagenänderung der Rotationsachse hervorgerufenen Spannungen zerbrochen sein könne. Die Schwerkraft sei nicht imstande gewesen, die Fragmente dicht zusammenzuhalten. Ihr gemeinsamer Schwerpunkt beschreibe weiter die frühere Bahn. Aus der Größe der Helligkeitsabnahme wird gefolgert, daß der jetzige Planet vielleicht nur noch $^1/_4$ des früheren sei. HARTMANN fordert die Beobachter auf, nach Bruchstücken zu suchen.

Gegen diese Hypothese macht CROMMELIN[3] schwerwiegende Einwände. Er meint, daß, wenn das jetzt beobachtete Fragment der kleinere zweier Teile sei, der größere näher bei dem vorausberechneten Orte liegen müsse und den Beobachtern auf den photographischen Platten nicht hätte entgehen können. Außerdem hätte die Zersplitterung die Rotationsperiode kaum unbeeinflußt gelassen. Die jetzige Lichtkurve stimme aber sehr gut mit der früheren überein.

HARTMANN rechnet offenbar nicht mit der Möglichkeit, daß ein Fehler in der Bahnrechnung der Anlaß zu den seit einem Jahrzehnt bestehenden Ortsabweichungen sein kann.

Es muß hier erwähnt werden, daß INNES neuerdings[4] (vor Kenntnis der HARTMANNschen Hypothese) anzeigt, daß er am 15. April 1924 in *Johannesburg* das Aussehen von Eros stabförmig oder doppelsternähnlich gefunden habe. Die Länge des Stabes gibt er mit $0''7$, seine Breite mit $0''3$ an. WOOD hat diese Erscheinung seinerzeit bestätigt. Gleichzeitig weist INNES darauf hin, daß VAN DEN Bos auch den hellen Planeten Pallas für einen Doppelstern gehalten habe. Auch in der jetzigen Opposition ist Eros von den *Johannesburger* Beobachtern VAN DEN Bos und FINSEN[5] in verlängerter Gestalt beobachtet. Das Erscheinen der Bildverlängerung kann aber meines Erachtens durch ein hinter dem Planeten stehendes Sternchen verursacht sein, oder es können Täuschungen physiologischer Natur vorliegen. G. STRACKE.

[1] Phosphorus in Stellar Spectra. Astrophys. J. **71**, 150.

[2] Naturwiss. **18**, 910.

[1] Naturwiss. **19**, 21.

[2] Astron. Nachr. **241**, 29.

[3] Nature **127**, 142.

[4] Astron. Nachr. **241**, 55.

[5] B. Z. der Astron. Nachr. **13**, 5.

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Dr.-Ing. e. h. DR. ARNOLD BERLINER, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamerschen Buchdruckerei in Leipzig.